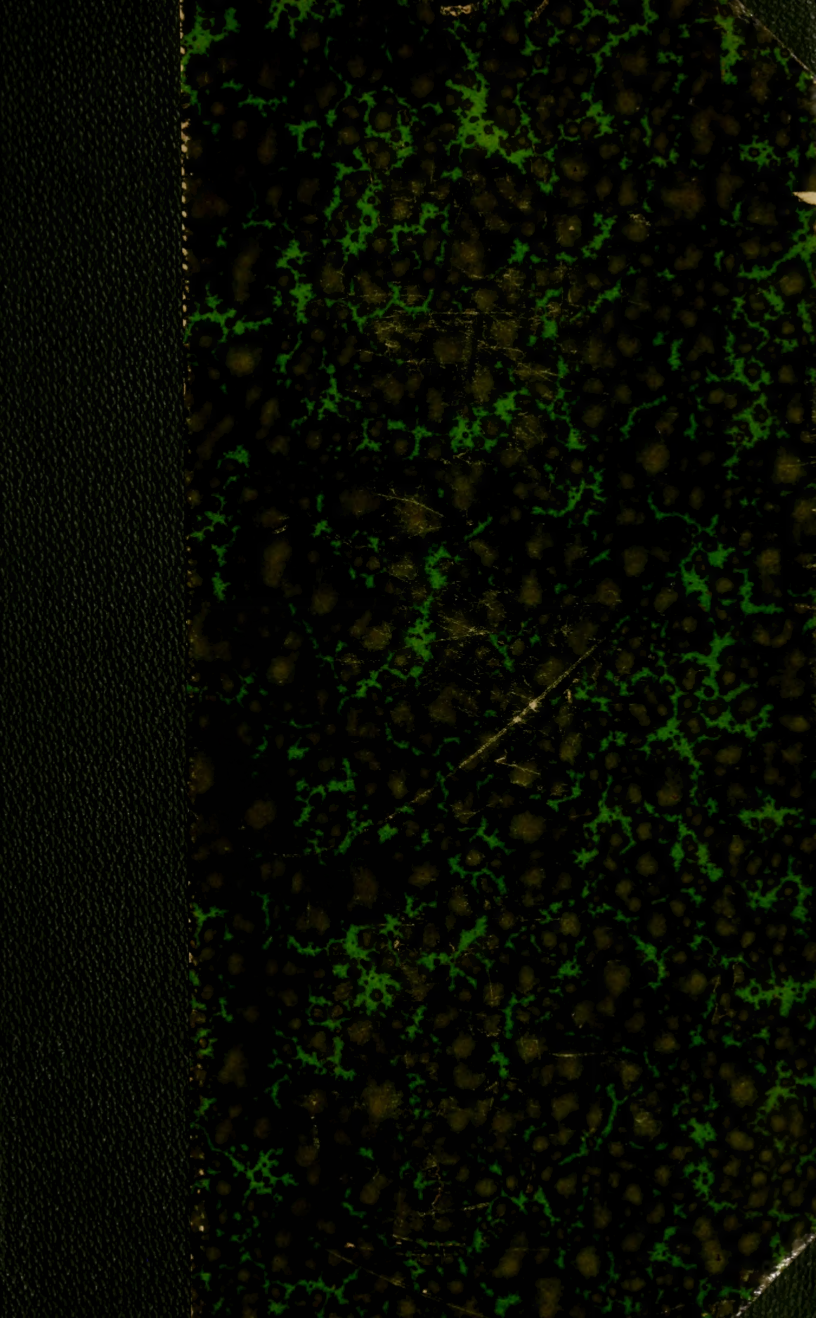
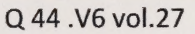
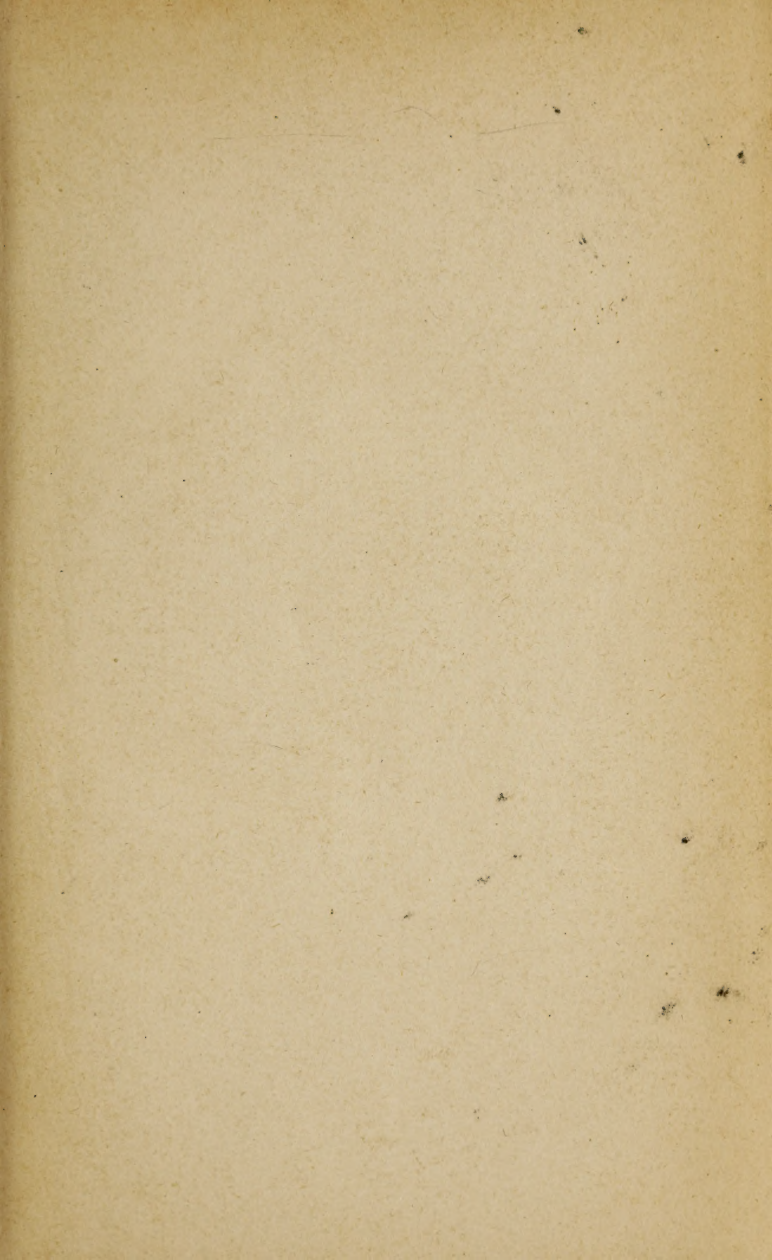



A. Dean and Jean M. Larsen
Yellowstone Park Collection

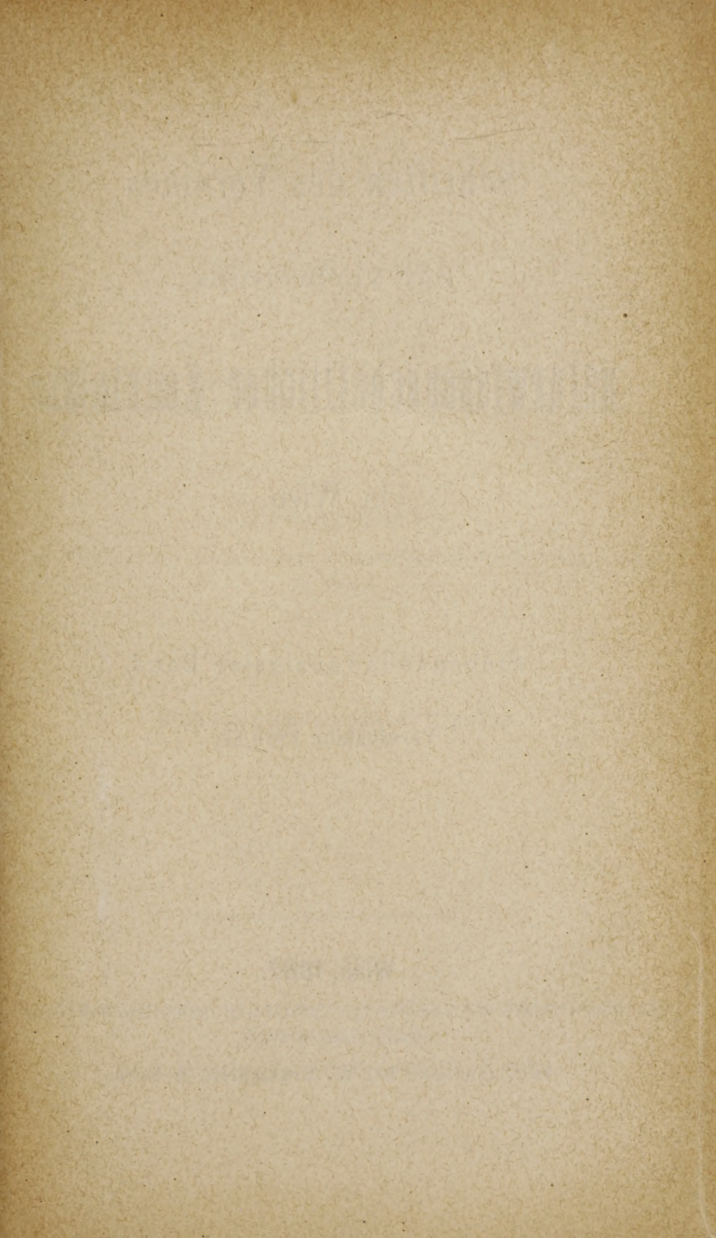

BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY


3 1197 23367 8678









Schriften des Vereines

zur Verbreitung

naturwissenschaftlicher Kenntnisse

in Wien.

Siebenundzwanzigster Band.

Vereinsjahr 1886/87.

Wien, 1887.

Im Selbstverlage des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.

In Commission bei **W. Braumüller & Sohn.**

Populäre Vorträge

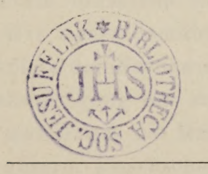
aus allen Fächern

der

Naturwissenschaft.

Herausgegeben
vom Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse
in Wien.

Siebenundzwanzigster Cyclus.



Wien, 1887.

Im Selbstverlage des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.

In Commission bei **W. Braumüller & Sohn.**

Für den Inhalt der Vorträge sind die Autoren verantwortlich.

Das Vortrags- und Redactions-Comité:

Dr. J. Pernter, Dr. J. Rumpf, Dr. F. Toula.

JAHRES-BERICHT.

Ansprache

des Herrn Vereinspräsidenten

k. k. Ministerialrathes

Dr. Carl Brunner von Wattenwyl

am 30. März 1887.

Hochgeehrte General-Versammlung!

Mit dem heutigen neunzehnten Vortrage schliessen wir die diesjährige Reihe unserer Vorträge, welche Ihnen in wenigen Monaten gedruckt zugestellt werden.

In der Form derselben ist keine Veränderung eingetreten. Wir waren bemüht, die neuesten Fortschritte im Gebiete der Naturwissenschaften mit möglichster Berücksichtigung der actuellen Fragen Ihnen vorzuführen, was durch die Mitwirkung der bewährtesten Kräfte unserer wissenschaftlichen Metropole uns ermöglicht wurde.

Wenn Sie daher in dem Wesen unseres Vereines keine Veränderung empfinden, so hat dagegen in dem Personalbestande der Tod uns schwere Verluste gebracht.

Kaum hatten wir den diesjährigen Cyclus eröffnet, als am 29. October unser Ausschussmitglied Professor Dr. Victor Pierre plötzlich uns entrissen wurde. Bald nach der Eröffnung verschied am 26. December, ebenfalls nach kurzer Krankheit, unser erster Vicepräsident, Hofrath Theodor Ritter von Oppolzer, und am Tage seines Leichenbegängnisses, am 29. December, starb plötzlich unser zweiter Vicepräsident, Regierungsrath Dr. Alois Pokorny.

Mit diesen Männern verlor die Wissenschaft drei Forscher, welche jeder auf seinem Gebiete durch Ernst und Gründlichkeit unsere Kenntnisse erweiterten; unsere Stadt hat hervorragende Vertreter der Wissenschaft eingebüsst, welche zur Zierde und zum Ruhme unserer wissenschaftlichen Anstalten beitrugen, und unser Verein bedauert in denselben Führer, welche den Gedanken, der uns belebt, erfasst und thatkräftig zum Ausdruck gebracht haben. Mit Pokorny verlor der Ausschuss das letzte jener Mitglieder, welche im Jahre 1860 unseren Verein gründeten.

Sie Alle, verehrte Anwesende, theilen mit mir die Trauer über diese grossen Verluste und werden meiner Aufforderung Folge leisten, dieselbe durch Erheben von den Sitzen zum Ausdruck zu bringen.

Es liegt in unserer Natur, dass wir hervorragende Menschen, deren Werth wir schätzen lernten, mit Wehmuth verlieren, aber es bleibt uns der tröstende Gedanke, dass die Liebe zum Schönen und Guten in der menschlichen Gesellschaft nicht erlischt. In die

Lücke treten neue Kräfte ein, welche auf neuen Wegen die Arbeit der Vorgänger fortsetzen und für den Triumph des Wissens thätig sind. Wir werden Ihnen neue Mitglieder für den Ausschuss vorschlagen, von welchen wir die Ueberzeugung haben, dass sie von dem Bestreben beseelt sind, die erlittenen Verluste auszugleichen.

Mit dieser freudigen Hoffnung schliesse ich meine Ansprache und ertheile dem Herrn Secretär V. Stöger das Wort zum Secretärsbericht.

Bericht des Secretärs:

In dieser Saison fanden 19 Vorträge statt, von denen nur zwei in Folge Ablebens und Verhinderung der beiden auf dem Programm genannten Herren Professoren eine Abänderung erleiden mussten.

Die Vorträge waren, wie Sie Alle Gelegenheit hatten zu bemerken, durchwegs sehr gut besucht und erblickt die Vereinsleitung darin einen Beweis, dass das Gebotene Ihren Erwartungen entsprochen hat.

Das 27. Jahrbuch, welches heuer sehr reichhaltig und besonders mit vielen Illustrationen ausgestattet ist, wird Ihnen Anfangs Mai zugestellt werden. Es ist hier vielleicht am Platze, allgemein zur Kenntniss zu bringen, dass die Gestehungskosten unseres Jahrbuches, welches allenthalben seines gediegenen Inhaltes wegen sehr werthgeschätzt wird, 2 fl. weit übersteigen, also beträchtlich höher sind, als der gewöhnliche ordentliche Jahresbeitrag.

Wenn das Buch nichtsdestoweniger doch allen Mitgliedern zukommt, so ist es nur durch die höhere Beitragsleistung der unterstützenden Mitglieder, sowie durch Subventionen hoher Gönner möglich. Leider hat der Verein in diesem Jahre gerade aus den Reihen seiner unterstützenden Mitglieder eine empfindliche Zahl durch Todesfälle oder Austritt verloren, welche nicht so schnell wieder ersetzt werden, und wir nähern uns daher hinsichtlich unserer Mittel der Grenze, über die hinaus es nicht mehr möglich wird, das Jahrbuch in dieser Reichhaltigkeit oder zu diesem Preise herzustellen. Der Ausschuss richtet daher an die verehrten Mitglieder die Bitte, nicht nur selbst dem Vereine treu zu bleiben, sondern demselben aus den weiten Kreisen Ihrer Freunde und Bekannten neue Gönner zuzuführen.

Die Zahl der Mitglieder am heutigen Tage beträgt: 164 unterstützende und 472 ordentliche, zusammen 636 und 1 Ehrenmitglied. Soweit es zur Kenntniss der Vereinsleitung gelangte, sind in dem 27. Vereinsjahre ausser den bereits erwähnten 3 Mitgliedern des Ausschusses noch 10 Vereinsmitglieder gestorben, deren Namen ich nun zu Ihrer Kenntniss bringe und die Sie alle in dem bezüglichen Verzeichnisse am Schlusse des Jahrbuches aufgeführt finden. Ich bitte die verehrte Versammlung, zum Zeichen der Theilnahme auch für die übrigen uns Entrissenen sich von den Sitzen zu erheben.

(Geschieht.)

Das Programm der nächstjährigen Vorträge ist derzeit noch nicht abgeschlossen und wird den geehrten Mitgliedern, wie im abgelaufenen Jahre, am Herbst bekanntgegeben werden.

Der Verein hat auch in diesem Jahre, wie in den früheren, eine Anzahl von Schulen, Volksbibliotheken und andere humanitäre Institute mit zahlreichen Bänden älterer Jahrgänge der Vereinsschriften unentgeltlich betheilt und durch liberale Ausgabe von Gastkarten auch minder bemittelten Freunden der Wissenschaft den Besuch der Vorträge ermöglicht und steht ausserdem mit 120 gelehrten Vereinen des In- und Auslandes im Verkehr und Schriftentausch.

Es obliegt mir noch die Pflicht, Allerhöchst Seiner Majestät dem Kaiser, dem Durchlauchtigsten Kronprinzen und Protector des Vereines, ebenso den übrigen Durchlauchtigsten Herren Erzherzogen und Herzog von Cumberland, sowie dem hohen Unterrichts-Ministerium und endlich allen übrigen hohen Gönnern des Vereines für deren auch heuer wieder dem Vereine gewidmeten Unterstützungen den ehrerbietigsten Dank auszusprechen. Desgleichen erlaube ich mir der Presse für ihre uneigennützige und wohlwollende Förderung unserer gemeinnützigen Bestrebungen verbindlichst zu danken.

Bezüglich der Ergänzungswahlen in den Ausschuss habe ich zu bemerken, dass sich in Folge des Todes dreier Mitglieder des Ausschusses (Dr. Ritter von Oppolzer, Dr. Alois Pokorny und Professor

Pierre), sowie durch den Ablauf der zweijährigen Functionsdauer des Cassiers Herrn W. Lukesch und der Ausschussräthe: Herrn F. Karrer, Dr. E. Ludwig, Dr. Ritter von Le Monnier, Dr. Pernter, Dr. J. Rumpf, J. Tandler Ritter von Tanningen und Dr. F. Toula die Nothwendigkeit ergibt:

2 Vicepräsidenten
1 Cassier und
8 Ausschussräthe,

ferner noch 2 Rechnungsrevisoren zu wählen.

Ich erwähne, dass die austretenden Herren wieder wählbar sind und sich auch bereit erklärt haben, eine eventuelle Wiederwahl anzunehmen.

Der Ausschuss hat sich erlaubt, zur Abkürzung des Wahlverfahrens den verehrten Anwesenden einen gedruckten Wahlvorschlag einzuhändigen, auf welchem Sie auch drei neue Namen von gutem Klang als Ersatz für die Abgeschiedenen finden.

Es steht selbstverständlich jedem wahlberechtigten Mitgliede frei, an der Stelle der vorgeschlagenen, andere Herren aus der Zahl der Mitglieder zu wählen.

Nach Verlesung des Berichtes über die Cassa-Gebahrung wollen die verehrten Anwesenden sofort durch Abgabe der Stimmzettel die Wahl vornehmen.

Ich ersuche nun den Herrn Cassier W. Lukesch, meinen Platz einzunehmen.

Cassa-Gebahrung im 26. Vereinsjahre 1885/86,

d. i. vom 1. November 1885 bis 31. October 1886.

Einnahmen:

Saldo-Vortrag vom vorigen Jahre	fl.	428.79
Jahresbeiträge der Vereinsmitglieder	„	2176.—
Subventionen	„	540.—
Interessen vom Vereinsvermögen	„	455.17
Erlös für verkaufte Vereinsschriften	„	144.42
Rückporti	„	4.02
Summe der Einnahmen	fl.	3748.40

Ausgaben:

Honorare für die Manuscripte der Vorträge	fl.	1074.10
Druck und Broschirung des 26. Bandes der Vereinsschriften	„	1024.25
Druck für Karten, Programme etc.	„	92.84
Illustrationen zum Jahrbuch und zu den Vorträgen	„	198.50
Functionspauschale für den Secretär des Vereins	„	200.—
Beleuchtung und Beheizung des Vortragssaales	„	220.—
Versendung der Vereinsschriften und andere Porti	„	45.69
Incasso-Provision	„	119.—
Kleine Verwaltungsauslagen	„	51.60
Bedienung	„	101.—
Summe der Ausgaben	fl.	3126.98
Baar-Saldo auf neue Rechnung	„	621.42
Gleich der Summe der Einnahmen	fl.	3748.40

Wien, den 31. October 1886.

W. Lukesch,
Cassier.

Befund der Herren Revisoren:

Es wurde die vorstehende Rechnung der Ziffer nach und auf Grund der Beilagen geprüft und richtig befunden.

Der am 31. October 1886 als am Schlusse des Vereinsjahres 1885/86 ausgewiesene Cassarest per fl. 621.42 wurde baar vorgefunden und auf neue Rechnung für das Jahr 1886/87 vorgetragen.

Laut Depotscheines der Ersten österr. Sparcassa wurde an Stammvermögen vorgefunden:

10 Fünftel K. Ferd. Nordb.-Actien à 200 fl. Nom.	C. M.	fl.	2000
3 Stück Feber-Renten à 1000 fl. „	Ö. W.	„	3000
10 „ „ „ à 100 „ „	„	„	1000

Wien, am 26. October 1886.

J. Ed. Nowotny,
k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D.

Carl Petter,
Hauptcassier der I. österr. Sparcassa.

Der Präsident stellt die Frage, ob Jemand aus der Versammlung hinsichtlich des Secretärsberichtes oder des Rechnungsabschlusses eine Bemerkung zu machen hat, — und da dies nicht der Fall ist, so wird Beides für genehmigt erklärt.

Der Obmann des Vortrags- und Redactionscomités Schulrath Professor Rumpf spricht die Hoffnung aus, dass es vielleicht doch möglich sein wird, das definitive Programm der Vorträge des nächsten Jahres baldigst abzuschliessen, so dass es gleichzeitig mit dem 27. Bande der Vereinsschriften zur Ausgabe gelangen dürfte.

Diese Mittheilung wird von der Versammlung beifällig zur Kenntniss genommen.

Das ordentliche Vereinsmitglied, Seine Excellenz Freiherr Schwarz-Senborn, erbittet sich das Wort

und drückt zunächst der Vereinsleitung und dem Ausschusse im Namen aller Mitglieder den Dank aus, was von den Anwesenden mit Applaus begleitet wird. — Hierauf legt Se. Excellenz dem Ausschusse in längerer Rede vier Wünsche zur Erwägung und Beherzigung vor, welche er auf Grund langjähriger Beobachtungen und Erfahrungen im Auslande und Inlande als zweckdienlich erachtet:

1. Sollen bei der Zusammenstellung des Programmes, sowie bei der Wahl der Vortragenden die actuellen Fragen weit mehr als bisher Berücksichtigung finden, immer die allerneuesten Erscheinungen und Entdeckungen auf wissenschaftlichem Gebiete besprochen werden.

2. Soll bei den Vorträgen den Demonstrationen grösseres Gewicht beigelegt werden. Insbesonders wäre es von grösstem Vortheile, wenn der Verein einen Projectionsapparat nebst Objecten anschaffen würde, wie ihn die meisten wissenschaftlichen Vereine in Deutschland, Frankreich, England und Amerika und selbst ein Verein im südlichen Böhmen besitzen.

Die Anschaffungskosten sind freilich für die Mittel unseres Vereines etwas hoch, jedoch könnten die Kosten im Wege der Subscription gedeckt werden, und Redner erklärt sich bereit, sich an die Spitze einer solchen Subscriptionsliste zu stellen. Ausserdem könnte durch das Ausleihen des Apparates an andere Vereine gegen eine bestimmte Leihgebühr ein Theil der Auslagen hereingebracht werden.

3. Wäre es wünschenswerth, wenn die aufmerksamen Hörer der Vorträge in die Lage versetzt würden, sich über das bezügliche Thema noch weiter informiren zu können, was dadurch zu bewerkstelligen wäre, dass am Schlusse jedes Vortrages gedruckte Zettel vertheilt würden, in welchen die einschlägige Fachliteratur und Quellenwerke namhaft gemacht sind.

4. Wäre es des Versuches werth, nach Beendigung eines Vortrages eine Discussion zwischen dem Auditorium und dem Vortragenden zu eröffnen, um über unklare oder unverstandene Partien Aufklärung erhalten zu können.

(Beifall.)

Erwiderung des Präsidenten.

Der Ausschuss nimmt mit Dank alle Vorschläge an, welche auf Hebung der Thätigkeit des Vereines zielen, und wird nicht ermangeln, die Wünsche Seiner Excellenz in reifliche Erwägung zu ziehen. Ueber die einzelnen Vorschläge beehre ich mich folgende vorläufige Aufklärung zu geben.

Was die Berücksichtigung actueller Naturereignisse in den Vorträgen betrifft, so weise ich auf die soeben vernommene Mittheilung des Obmannes unserer Vortrags-Commission hin, nach welcher in Ausführung eines vielfach geäusserten Wunsches das Programm für den nächsten Winter bereits im jetzigen Frühjahr festgestellt wird und sonach die inzwischen eintretenden Ereignisse nicht berücksichtigt werden können. Wenn

wissenschaftliche Betrachtungen über unerwartete Ereignisse oder epochemachende Entdeckungen möglich sind, wird man Mittel finden, um dieselben dem Vereine vorzutragen.

Der Wunsch, von dem Projectionsapparate zur objectiven Darstellung mikroskopischer Gegenstände in unseren Vorträgen Gebrauch zu machen, wird mit Freude ausgeführt werden, und ganz besonders nehme ich dankend Kenntniss von dem Anerbieten, auf dem Subscriptionswege einen solchen Apparat für den Verein zu acquiriren.

Ich lege diesem Demonstrationsmittel einen grossen Werth bei, kann jedoch nicht umhin, auch meine Erfahrung in dieser Richtung anzuführen, dass es mitunter bei reichhaltigen Demonstrationen vorkam, dass der Zuhörer durch dasjenige, was dem Auge geboten wurde, den eigentlichen wissenschaftlichen Inhalt übersah. Die Wissenschaft liegt nicht in der Laterna magica.

Die Citation der Werke, in welchen über den vorgetragenen Gegenstand nachgelesen werden kann, ist unzweifelhaft eine vorzügliche Beigabe eines Vortrages.

Was endlich den vierten Punkt betrifft, dass die Uebung eingeführt werden möge, am Schlusse des Vortrages das Publicum zur Fragestellung aufzufordern, so ist unzweifelhaft im Schoosse einer Akademie oder im Vereine von Fachgenossen eine Discussion höchst erspriesslich, aber in einem Vereine von Lernbegierigen bedenklich. Gestützt auf das alte Wort, dass man in einer Minute mehr fragen kann, als ein Weiser in einem

Jahre zu beantworten im Stande ist, wird entweder die Bescheidenheit der Zuhörer oder die Gewissenhaftigkeit des Vortragenden eine erspriessliche Discussion kaum aufkommen lassen. Wenn nach einem Vortrage an den im Saale verbleibenden Vortragenden privatim Fragen gerichtet werden, wird der Letztere unzweifelhaft bereitwilligst seine Kenntnisse auch zu dieser Belehrung zur Verfügung stellen.

(Beifall.)

Se. Excellenz Freiherr von Schwarz-Senborn replicirt hierauf und empfiehlt seine Vorschläge nochmals lebhaft der Berücksichtigung des Ausschusses.

Es wird sodann die Wahl vorgenommen und darnach bei sehr vorgerückter Zeit der letzte programmmässige Vortrag: „Ueber den Schlaf der Blumen" von Herrn Dr. Alfred Burgerstein gehalten.

Nach Schluss desselben verkündet der Vereinssecretär das Ergebniss der Wahlen.

Abgegeben wurden im Ganzen 87 Stimmzettel, von welchen 83 vollständig mit dem ausgegebenen Wahlvorschlag übereinstimmten, so dass mit grösster Majorität gewählt erscheinen:

zu Vicepräsidenten: 1. Herr Dr. Jakob Rumpf, k. k. Schulrath und Professor am Theresianum; 2. Herr Dr. Franz Toula, Professor an der k. k. technischen Hochschule;

zum Cassier: Herr Willibald Lukesch, Beamter der Ersten österr. Sparcassa;

zu Ausschussräthen: Herr Dr. Alfred Burgerstein, Professor; Herr Dr. Josef Finger, Professor an der k. k. technischen Hochschule; Herr Felix Karrer, k. k. Ministerialconcipist a. D. und erster Secretär des Wissenschaftlichen Club; Herr Dr. Ernst Ludwig, Universitätsprofessor und k. k. Landesgerichts-Chemiker; Herr Dr. Franz Ritter von Le Monnier, k. k. Ministerialsecretär und Generalsecretär der geographischen Gesellschaft; Herr Dr. Albrecht Penck, Universitätsprofessor; Herr Dr. Josef Pernter, Adjunct an der k. k. meteorologischen Centralanstalt; Herr Josef Tandler Ritter von Tanningen, k. k. Ministerialrath a. D.;

als Rechnungsrevisoren: Herr Eduard Nowotny, k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D.; Herr Carl Petter, Hauptcassier der Ersten österr. Sparcassa.

Vereinsleitung

für das 28. Vereinsjahr 1887/88:

Präsident: Brunner von Wattenwyl Carl, Dr., k. k. Ministerialrath im Handelsministerium, Vicepräsident des Wissenschaftlichen Club etc. 1886.

Vicepräsidenten: Toula Franz, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule. 1887.

— Rumpf Jakob, Dr., k. k. Schulrath und Gymnasialprofessor im Theresianum. 1886.

Secretär: Stöger Victor, Adjunct im k. k. Hofzahlamte. 1886.

Cassier: Lukesch Willibald, Beamter der Ersten österreichischen Sparcassa. 1887.

Ausschussräthe: Burgerstein Alfred, Dr., Gymnasialprofessor. 1887.

— Döll Eduard, Oberrealschul-Director. 1886.

— Finger Josef, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule. 1887.

— Fuchs Theodor, Custos im k. k. naturhistorischen Hofmuseum. 1886.

— Karrer Felix, k. k. Ministerial-Concipist a. D. und erster Secretär des Wissenschaftlichen Club. 1887.

— Ludwig Ernst, Dr., k. k. Universitätsprofessor, Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften, Vorstand des technischen Laboratoriums an der pathologisch-anatomischen Anstalt des Wiener allgemeinen Krankenhauses. 1887.

— Le Monnier Franz Ritter von, k. k. Ministerial-Secretär und General-Secretär der k. k. geographischen Gesellschaft. 1887.

Ausschussräthe: Penck Albrecht, Dr., k. k. Universitätsprofessor. 1887.

— Pernter Josef, Dr., Adjunct an der k. k. meteorologischen Centralanstalt. 1887.

— Rumler Franz Edler von Aichenwehr, k. k. Ministerialrath. 1886.

— Steiner Eduard Freiherr von Pfungen, k. k. Ministerialrath a. D. 1886.

— Tandler Josef Ritter von Tanningen, k. k. Ministerialrath a. D. 1887.

Rechnungs-Revisoren: Nowotny Eduard, k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D.

— Petter Carl, Haupt-Cassier der Ersten österreichischen Sparcassa.

Mittheilungen, Zuschriften und Sendungen wollen gefälligst an den Secretär des Vereines gerichtet werden, unter der Adresse:

Victor Stöger,

Wien, IV., Margarethenstrasse 44.

Gesellschaften, Vereine und Anstalten, mit welchen Schriftentausch stattfindet:

Altenburg: Naturforschende Gesellschaft der Osterlander.
Annaberg-Buchholz: Verein für Naturkunde.
Augsburg: Naturhistorischer Verein.
Aussig a. d. E.: Naturwissenschaftlicher Verein.
Baden bei Wien: Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse.
Bamberg: Naturforschende Gesellschaft.
Basel: Naturforschende Gesellschaft.
Batavia: Koniglike naturkundige Vereeniging in Neederlandsch Indie.
„ Naturkundige Genootschaap.
Berlin: Königliche Akademie der Wissenschaften.
„ Entomologischer Verein.
„ Polytechnische Gesellschaft.
„ Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg.
„ Redaction der Zeitschrift der gesammten Naturwissenschaften von Dr. Giebel.
Bern: Naturforschende Gesellschaft.
„ Schweizerische entomologische Gesellschafts-Bibliothek.
Bistritz (Siebenbürgen): Gewerbeschule.
Böhmisch-Leipa: Nordböhmischer Excursions-Club.
Bologna: Accademia delle scienze del istituto di Bologna.
Bonn: Naturhistorischer Verein der preuss. Rheinlande und Westphalens.
Bordeaux: Société des sciences physiques et naturelles.
Boston: Society of natural history.
„ Proceedings of the American Academy of arts and sciences.
Braunschweig: Verein für Naturwissenschaft.
Bremen: Naturwissenschaftlicher Verein.
Brescia: Ateneo di Brescia.
Breslau: Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Brünn: k. k. Mähr.-schlesische Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde.
„ Naturforschender Verein.

Brüssel: Société malacologique de Belgique.
„ Société belge de microscopie.
„ Société entomologique de Belgique.
Budapest: Kön. ungar. geologische Anstalt.
„ Kön. ungar. naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Cassel: Verein für Naturkunde.
Christiania: Königliche norwegische Universität.
„ „Naturen“, Monatschrift für populäre Naturwissenschaften.
Chur: Naturforschende Gesellschaft Graubündtens.
Cordoba: National-Akademie der Wissenschaften der Republik Argentina.
Danzig: Naturforschende Gesellschaft.
Dorpat: Naturforschende Gesellschaft.
Dresden: Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.
„ Kais. Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher.
Emden: Naturforschende Gesellschaft.
Erfurt: Kön. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften.
Frankfurt a. M.: Physikalischer Verein.
„ Senkenberg'sche naturf. Gesellschaft.
Frauenfeld-Schweiz: Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
Freiburg im Breisgau: Naturforschende Gesellschaft.
Giessen: Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Görlitz: Naturforschende Gesellschaft.
„ Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften.
Gravenhaag: Neederlandsche entomologische Vereeniging.
Graz: Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.
Greifswald: Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen.
Halle: Naturwissenschaftl. Verein für Sachsen und Thüringen.
„ Verein für Erdkunde.
Hamburg-Altona: Naturwissenschaftlicher Verein.
„ Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung.
Hanau: Wetterauer Gesellschaft f. die gesammte Naturkunde.
Heidelberg: Naturhistorisch-medicinischer Verein.
Helsingfors: Societas scientiarum Finicae.
„ Societas pro fauna et flora fennica.
Hermannstadt: Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.
Innsbruck: Ferdinandeum.
„ Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein.

Kiel: Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein.
Klagenfurt: Carinthia, geschichts- und naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten.
Königsberg: Kön. physikalisch-ökonomische Gesellschaft.
Landshut: Botanischer Verein.
Lausanne: Société vaudoise des sciences naturelles.
Leipzig: Verein für Erdkunde.
Linz: Museum Francisco-Carolinum.
„ Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns.
Lüneburg: Naturwissenschaftlicher Verein.
Lüttich: Société géologique de Belgique.
Mannheim: Verein für Naturkunde.
Marburg in Deutschland: Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften.
Mecklenburg: Verein der Freunde der Naturgeschichte.
Moskau: Kaiserliche Gesellschaft der Naturforscher.
München: Königl. bayerische Akademie der Wissenschaften.
Neufchâtel: Société des sciences naturelles.
Nürnberg: Naturhistorische Gesellschaft.
Offenbach: Verein für Naturkunde.
Paris: Annuaire Géologique universel (Dr. Dagincourt).
Passau: Naturhistorischer Verein.
Philadelphia: Academy of natural sciences of Philadelphia.
Prag: Kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.
„ Naturhistorischer Verein Lotos.
Pressburg: Verein für Natur- und Heilkunde.
Regensburg: Zoologisch-mineralogischer Verein.
Reichenberg: Verein der Naturfreunde.
Riga: Naturforscher-Verein.
Rom: R. Accademia dei Lincei.
„ R. Comitato geologico d'Italia.
Salem: Peabody academy of science.
„ Essex institute.
Salzburg: Gesellschaft für Salzburger Landeskunde.
St. Gallen: Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Stockholm: Entimologisk Tidskrift.
Stuttgart: Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.
Tauton Castle (Somersetshire): Archaeological and natural history Society.
Triest: Bolletino della società di scienze naturali.
Upsala: Société royal des sciences à Upsal.

Washington: Smithsonian institution.
Wien: Alpenclub Oesterreich. IV., Paniglgasse 10 oder IV., Goldegggasse 22.
" Anthropologische Gesellschaft. I., Universitätsplatz 2.
" Electro-technischer Verein. IV., Kettenbrückengasse 20.
" K. k. geologische Reichsanstalt. III., Rasumoffskygasse 23.
" K. k. geographische Gesellschaft. I., Universitätsplatz 2.
" K. k. naturhistorisches Hofmuseum.
" Oesterreichische Gesellschaft f. Meteorologie. Heiligenstadt, Hohe Warte.
" Ornithologischer Verein. III., Marokkanergasse 3.
" K. k. zoologisch-botanische Gesellschaft. I., Herrengasse 13.
" Verein für niederösterreichische Landeskunde. I., Herrengasse 13.
" Touristenclub. I., Herrengasse 23.
" Kais. Akademie der Wissenschaften. I., Universitätsplatz 2.
" Wissenschaftlicher Club. I., Eschenbachgasse 9.
Wiesbaden-Nassau'scher: Verein für Naturkunde im Herzogthume Nassau.
Wisconsin: Naturhistorischer Verein (The Wisconsin Natural History Society).
Würzburg: Polytechnischer Central-Verein.
Zürich: Naturforschende Gesellschaft.
Zwickau: Verein für Naturkunde.

Die Schriften des Vereines werden zugestellt:

An die Allerh. k. und k. Familien-Fideicommissbibliothek.
„ „ Bibliotheken der durchlauchtigsten Herren Erzherzoge Kronprinz Rudolf, Carl Ludwig, Ludwig Victor, Albrecht, Wilhelm, Leopold und Rainer.
„ „ kais. kön. Hofbibliothek.
„ „ Bibliothek des Herrn Herzogs von Cumberland.
„ „ Bibliothek des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht.
„ „ Bibliothek der k. k. Universität in Wien.
„ „ „ der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.
„ „ „ der k. k. Theresian. Akademie in Wien.
„ „ „ des k. k. akademischen Gymnasiums in Wien.
„ „ „ des k. k. Staats-Gymnasiums im II. Bezirke in Wien.
„ „ „ des Communal-Real- und Ober-Gymnasiums im II. Bezirke in Wien.
„ „ „ der Communal-Ober-Realschule im IV. Bezirke in Wien.
„ den niederösterr. Gewerbe-Verein in Wien.
„ die Bibliothek der k. k. Universität in Czernowitz.
„ „ „ „ „ „ „ „ Graz.
„ „ „ „ „ „ „ „ Innsbruck.
„ „ „ „ „ „ deutschen Universität in Prag.
„ „ „ „ kais. Universität in Strassburg.
„ den deutsch-österreichischen Leseverein an der Universität in Wien.
„ den naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. Universität in Wien.
„ den naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. technischen Hochschule in Wien.
„ den deutschen Leseverein an der k. k. Bergakademie in Leoben.

Verzeichniss

der im Vereine im 27. Vereinsjahre 1886/87 gehaltenen Vorträge:

10. und 17. November 1886. Oberstlieutenant a. D. Ottomar Volkmer, k. k. Regierungsrath und Vicedirector der k. k. Hof- und Staatsdruckerei: Die Verwerthung der Elektrolyse in den graphischen Künsten.

24. November 1886. Prof. Dr. August R. v. Reuss: Ueber optische Täuschungen.

1. December 1886. Dr. Rud. Benedikt, Adjunct an der k. k. technischen Hochschule: Die technische Verarbeitung des Rindertalgs.

15. December 1886. Prof. Dr. Franz Noë: Die Quellen an dem Ostabhange der Alpen bei Wien.

22. December 1886. Regierungsrath Prof. Dr. Gustav Edler v. Hayek: Der Vogel und sein Nest.

29. December 1886. Prof. Dr. Josef Boehm: Bau und Function der Pflanzenorgane.

5. Jänner 1887. Prof. Dr. Franz Toula: Geologische Forschungsergebnisse aus dem Flussgebiete des Colorado.

12. Jänner 1887. Prof. Dr. Eduard Albert: Ueber „Aktinomykose“, eine neue Krankheit des Menschen.

19. Jänner 1887. Prof. Dr. Franz Toula: Der Yellowstone-Nationalpark, der vulkanische Ausbruch auf Neuseeland und das Geysir-Phänomen.

26. Jänner 1887. Regierungsrath Prof. Dr. Gustav Edler v. Hayek: Spaltpilze und Hygiene.

9. Februar 1887. Obersanitätsrath Prof. Dr. Eduard v. Hofmann: Ueber Knochen und Tätowirungen mit Rücksicht auf die Agnoscirungsfrage.

16. Februar 1887. Prof. Dr. Franz R. v. Höhnel: Ueber den Generationswechsel im Pflanzenreiche.

23. Februar 1887. Prof. Dr. Albrecht Penck: Ueber Denudation der Erdoberfläche.

2. März 1887. Prof. Dr. August R. v. Reuss: Ueber optische Täuschungen (Fortsetzung und Schluss).

9. März 1887. Dr. Josef Pernter, Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie: Ueber Temperatur der Sonne.

16. März 1887. Dr. Alfred Rodler, Assistent im geologischen Museum: Der Urmia-See und das nordwestliche Persien.

23. März 1887. Prof. Dr. Friedr. Brauer: Beziehungen der Descendenzlehre zur Systematik.

30. März 1887. Prof. Dr. Alfred Burgerstein: Ueber die nyctitropischen Bewegungen der Perianthien (Blumenschlaf).

Am letzten Vortragsabende wurde zugleich die General-Versammlung des Vereines abgehalten.

Protector:

Se. kaiserl. und königl. Hoheit

der Durchlauchtigste Herr

Erzherzog Rudolf

des Kaiserthums Oesterreich Kronprinz und Thronfolger, königlicher Prinz zu Ungarn und Böhmen, Erzherzog von Oesterreich, Ritter des goldenen Vließes, Großkreuz des St. Stephans-Ordens rc. rc., Feldmarschall-Lieutenant, Vice-Admiral, Inhaber des Infanterie-Regimentes Nr. 19 und des Feld-Artillerie-Regimentes Nr. 2 rc. rc.



Verzeichniss

der

Subventionen, der Vereinsmitglieder und ihrer Beiträge für das 27. Vereinsjahr 1886/87.

Subventionen:

	fl.
Se. k. u. k. Apost. Majestät der Kaiser . . .	100
Se. kais. Hoheit Erzherzog Kronprinz Rudolf.	80
Se. kais. Hoheit Erzherzog Carl Ludwig. . .	30
Se. kais. Hoheit Erzherzog Ludwig Victor . .	25
Se. kais. Hoheit Erzherzog Albrecht	25
Se. kais. Hoheit Erzherzog Wilhelm	25
Se. kais. Hoheit Erzherzog Rainer	25
Se. königl. Hoheit Herzog v. Cumberland . .	30
Das hohe k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht	200

Ehrenmitglied:

Se. Excellenz Herr Dr. Carl Edler v. Stremayr, k. k. Geheimer Rath, zweiter Präsident des k. k. Obersten Gerichtshofes, Minister a. D., I., Schottengasse 3.

Ordentliche Mitglieder:

	fl.
Adamek Ferdinand, Ritter v., k. k. Hofrath, VIII., Lenaugasse 17	2
Adamek, Edle v., dessen Frau Gemalin, VIII., Lenaugasse 17	2
Adler Rudolf, I., Strauchgasse 1	2
Alth F., Ritter v., Director der k. k. Staats-Realschule in Währing, Marktgasse 22.	2
Amon Josef, Effecten-Cassier des Wiener Bankvereines, III., Reisnerstrasse 13	2

	fl.
Anthoine Carl, Edler v., erzherzogl. Hofcassier . . .	2
Apotheker-Verein, allg. Wiener, IX., Spitalgasse 31	5
Arányi August, Prof. am Obergymnasium in Temesvár	2
Arbeiter-Bildungs-Verein, VII., Zollergasse 14 . .	2
Arneth Alfred, Ritter v., k. k. Geheimer Rath, Präsident der kais. Akademie der Wissenschaften, Mitglied des Herrenhauses, k. k. Hofrath, I., Giselastrasse 7 . .	5
Arneth Franz, Ritter v., Dr. der Medicin, I., Kolowratring 14	5
Arthaber Joh. Jos. Rud., Edler v., kais. Rath etc., I., Wallnerstrasse 9	5
Arthaber Elise v., dessen Frau Gemalin, I., Wallnerstrasse 9	2
Ascher Adolf, Ritter v., k. k. Hofrath, I., Michaelerplatz 6	5
Auspitz Rudolf, Grosshändler, I., Schwarzenbergstr. 3	5
Bach Alexander, Freiherr v., Dr., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., II., Praterstrasse 55.	10
Bach Heinrich, Freiherr v., Dr., Hof- und Ger.-Adv., I., Rauhensteingasse 3	2
Bäumler Ernst, k. preuss. Oberbergrath, Central-Director der Prager Eisenindustrie - Gesellschaft, I., Krugerstrasse 18	5
Banhans Anton, Dr., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., Reichsraths- und Landtags-Abgeordneter, Präsident des niederösterr. Gewerbevereines, I., Stefansplatz, Zwettelhof	5
Bauer Wilhelm, VII., Dreilaufergasse 11	2
Baumer Alois, Sparcassabeamter, II., Gr. Pfarrgasse 13	2
Baumgarten Max v., k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., IV., Waaggasse 5	10
Baumgartner Heinrich, Dr., k. k. Gymnas.-Prof. in Wiener-Neustadt	2
Bayer Rudolf, Secretär der wechselseitigen Brandschaden-Versicherungsgesellschaft, I., Bäckerstr. 26 .	2
Beck Josef, IX., Hörlgasse 14	2
Beer Markus, Lehrer, I., Schellinggasse 11	2
Belz Carl, VI., Gumpendorferstrasse 73	2
Beranek Heinrich, Dr., k. k. Bezirksgerichtsadjunct, I., Schillerplatz 4	2
Berdlik A., Sechshaus, Schulgasse 2	2
Beringer Eduard, Buchbinder, III., Ungargasse 36 .	2
Bertele Carl v. Grenadenburg, k. k. Ministerialrath, VIII., Kochgasse 36	2

fl.

Berwerth Emilie, Frau, I., Johannesgasse 2 2
Berwerth Fritz, Dr., Custos im Naturhistorischen Hofmuseum, I., Johannesgasse 2 2
Besold Fr., fürstl. Lobkowitz'scher Hauptcassier in Prag 2
Bettelheim Carl, Dr. der Medicin, sammt Familie, I., Nibelungenstrasse 4 5
Bibliothek der k. k. technischen Hochschule in Wien 2
Biedermann August, III., Reisnerstrasse 13 2
Binder Andr., k. k. Bau-Inspector a. D., III., Marokkanergasse 1 5
Bisching Anton, Dr., Prof., IV., Carolinengasse 19 . 2
Blatt Carl, Official im k. k. Versatzamt 2
Blatt Johann, Beamter des „Phönix", I., Kumpfgasse 6 2
Bockhorn Georg, herzogl. Ober-Buchhalter, VI., Mollardgasse 12B 2
Böhm Josef, Dr., k. k. Univ.-Professor, IX., Garnisonsgasse 4 5
Böhmerle Carl, Ingenieur, IV., Blechthurmgasse 4 . 2
Bohrer Stefan, Conditor, VI., Mariahilferstrasse 9 . . 2
Bolst Kurt, I., Löwelstrasse 16 2
Born Anton, Depositen-Cassier der Creditanstalt, III., Reisnerstrasse 9 B 2
Boskowitz Julius, Ingenieur, I., Mehlmarkt 9 . . . 5
Brabbée Anton, Effecten-Cassier der Wiener Lombard- und Escompte-Bank, IX., Schwarzspanierstrasse 5/I . 2
Brabbée Marietta, Frau, IX., Schwarzspanierstr. 5/I . 2
Braumüller Wilhelm, Ritter v., Hofbuchhändler, I., Graben 2
Breitenlohner Jacob, Dr., Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur, IX., Kinderspitalgasse 2 2
Brenner Julius, Beamter der österreichisch-ungarischen Bank, IV., Wiedener Hauptstrasse 4 2
Brenner Wilhelm, Beamter, VI., Esterhazygasse 37 . 2
Breyer Friedrich, Ingenieur, VII., Lindengasse 9 . . 2
Bringmann Carl, Director d. Beamten-Baugesellschaft, IX., Kolingasse 15. 2
Brosch Franz, Lehrer in Leonfelden, Oberösterreich . 2
Bruckl Robert, Obergymnasiast in Znaim, Franziskanerplatz 1 2
Brunner v. Wattenwyl Carl, Dr., k. k. Ministerialrath im Handelsministerium, Vicepräsident des Wissensch. Club, VIII., Trautsongasse 6 5

	fl.
Bujatti Moriz, Oberdöbling, Hirschengasse 38 . . .	2
Burgerstein Alfred, Dr., Prof., II., Taborstrasse 75	2
Busch A., Patentbureau-Inhaber, II., Obere Donaustr. 63	2
Busch Eduard, Beamter des städtischen Aichamtes, IX., Sechsschimmelgasse 5	2
Busenlechner Johann, Dr. der Medicin, Hernals, Pichlergasse 6	2
Byland-Rheidt Arthur, Graf, k. k. Geheimer Rath, Feldmarschall-Lieutenant, Reichs-Kriegsminister . .	10
Chiodi Johann, Papierfabrikant, I., Maximilianstrasse 13	5
Chloupek Josef, I., Getreidemarkt 16	2
Chlumeczky Johann, Ritter v., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., Reichsraths- und Landtags-Abgeordneter, I., Parkring 16	10
Christl Franz, k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., VI., Windmühlgasse 38	2
Chytil Stefan, Oberlehrer in Loschitz, Mähren . . .	2
Cieslar Adolf, Dr., VIII., Laudongasse 41	2
Colloredo-Mansfeld, Josef, Fürst, I., Stubenring 6 .	10
Comorn Adolf, Bankbeamter, II., Praterstrasse 26 . .	2
Cosmos, wissenschaftlicher Verein in Mähr.-Schönberg	2
Czermak Johann, k. k. Director des Josefstädter Gymnasiums.	2
Czerny Othmar, III., Reisnerstrasse 27	2
David Alois, fürstl. Metternich'scher Hofrath, III., Rennweg 23	10
David Benno, Ritter v., k. k. Hofrath, I., Bognergasse 3	2
Demel Rudolf, kais. Rath, VI., Kopernikusgasse 7 . .	2
Demski Georg, Architekt, IX., Gärtnergasse 3 . . .	2
Denk Amalie, Frau, III., Hauptstrasse 84, 3. Hof . .	5
Deschmann Carl, Custos des Museums in Laibach .	2
Dietz Carl, k. k. Hofrath, I., Opernring 7	5
Ditmar C. Rudolf, kais. Rath, k. k. Hof-Lampenfabrikant etc., I., Weihburggasse 4	5
Ditmar Louise, Frau, I., Weihburggasse 4	5
Doblhoff Josef, Freiherr v., I., Eschenbachgasse 9 (Wissenschaftlicher Club)	5
Doczkalik Emerich, Bankbeamter, Währing, Gürtelstrasse 59	2
Döbler Franz Xav., k. k. Ministerialbeamter, IX., Nadlergasse 8/I	2
Döll Eduard, k. k. Oberrealschul-Director, VII., Westbahnstrasse 16	2

fl.

Dohnel Franz, k. k. Oberrechnungsrath a. D., Ober-Döbling, Hauptstrasse 5 5
Dorré Franz, Secretär des Adelscasino, I., Kolowratring 5 2
Drexler Josef, Jur. Dr., III., Heumarkt 11 5
Duchek Marie, Frau, k. k. Hofraths- und Professorswitwe, I., Grillparzergasse 11 5
Dürr Hermann, Oberingenieur der Nordbahn, III., Löwengasse 53 A 2
Dumba Nikolaus, Realitätenbesitzer, Reichsraths-Abgeordneter etc., I., Parkring 4 10
Ehnhart Carl jun., VI., Gumpendorferstrasse 14/II . 2
Ehrenberg, III., Apostelgasse 12. 2
Endlicher August, Fabriksdirector, I., Singerstr. 13 . 2
Engelhard Carl, Professor der Wiener Handelsakademie und der Fortbildungsschule für Eisenbahnbeamte, II., Wintergasse 15 2
Engerth Josef, Freih. v., Ingenieur, I., Nibelungenstr. 4 2
Eyer Heinrich, Fabrikant, VII., Neubaugasse 9 . . . 2
Faber Moriz jun., IV., Schwindgasse 5 10
Fachverein der Schuhmacher Wiens, VII., Schottenfeldgasse 78 (im Gasthause „zur steinernen Eule") 2
Falkenhayn Julius, Graf, k. k. Geheimer Rath, Ackerbau-Minister 10
Feder Carl, VI., Webgasse 42 2
Feifalik Hugo, Ritter von, k. k. Regierungsrath, Secretär Ihrer Majestät der Kaiserin, Hofburg . . . 10
Felbinger Wilhelmine, Edle v., k. k. Hofrathsgattin, IV., Margarethenstr. 6 2
Felsmann Johanna, Frau sammt Familie, I., Bartensteingasse 16 5
Fichtner Hermann, Fabriksbesitzer, I., Wildpretmarkt 6 5
Filek v. Wittinghausen Marie, Frau, I., Johannesg. 19 2
Fink Eduard, erzherzogl. Rechnungs-Revident, III., Neulinggasse 12 2
Fischer Carl, Dr., k. k. Landesgerichtsrath a. D. und Kanzlei-Director der wechselseitigen Brandschaden-Versicherungsanstalt, I., Bäckerstrasse 26. 2
Fischer Carl, Beamter der österr.-ungar. Bank . . . 2
Fischer Heinrich, Professor am Francisco-Josefinum in Mödling, IV., Weyringergasse 24 2
Flatz Franz, IX., Porzellangasse 39 2
Fleckenstein Anna, Frau, Doctorsgattin, IV., Hauptstr. 46 5
Fleckenstein, Fräulein, IV., Hauptstrasse 46 . . . 5

	fl.
Fogy Dorothea, Frau, IV., Schwindgasse 19	5
Fogy Emilie, Fräulein, IV., Schwindgasse 19	2
Frankel Laura, Frau, I., Johannesgasse 2	2
Frick Franz, Geschäftsführer, I., Auwinkel 4	5
Friedinger Carl, Dr., Director und Primararzt der nied.-österr. Gebär- und Findelanstalt, IX., Alserstr. 21	5
Friedinger Max, Stud. med., IX., Alserstrasse 21 . .	5
Fritsch Carl, Optiker, VI., Gumpendorferstrasse 34 .	2
Fruhwirth Karoline v., Frau, IV., Technikerstrasse 9	5
Fuchs Theodor, Custos im k. k. Hof-Mineraliencabinet, IX., Nussdorferstrasse 39	2
Fuchs Justine, dessen Frau Gemalin, IX., Nussdorferstrasse 39	2
Fuchs Wilhelmine, Fräulein, IV., Floragasse 7 . . .	2
Gabriel Carl, Rechnungsrath beim k. k. Obersten Rechnungshofe, VIII., Skodagasse 9	2
Gall Eduard, erzherzogl. Secretär, IV., Hauptstrasse, Palais Erzherzog Rainer	5
Gall Ludwig, Beamter der Nordbahn, II., Franzensbrückenstrasse 21	2
Gams Johann, k. k. Rechnungsrath, I., Annagasse 5 .	2
Ganglbauer Cölestin, Se. Eminenz, Cardinal und Fürsterzbischof in Wien	5
Gaunersdorfer Johann, Dr., Professor am Francisco-Josephinum in Mödling, Feldgasse 31	2
Gerstbauer Carl, Kaufmann, I., Goldschmiedgasse 2	2
Gesselbauer Josef, k. k. Börse- und Wechselsensal, I., Schulhof 8	2
Gilge Carl, Dr. der Medicin, Director der Wasserheilanstalt „Brünnlbad“, IX., Lazarethgasse	2
Glas Ant., k. k. Artillerie-Hauptmann, III., Geusaufg. 5	2
Glatzel Carl, Ingenieur, III., Fasangasse 47	2
Gmelin Julius, Buchhalter, I., Wollzeile 12	2
Gögl Johann, kais. Rath, Präsident der niederösterr. Handels- und Gewerbekammer etc., I., Fichtegasse 6	5
Goldhann Josef, Schuldirector, VI., Stumpergasse 5 .	2
Goldschmied Robert, Kaufmann, I., Fleischmarkt 5 .	2
Golling Theodor, k. k. Major, VI., Laimgrubengasse 16	2
Gostkowski Roman, Freiherr, Leiter des Präsidial-Bureaus der österr. Staatsbahnen, I., k. k. Handelsministerium	2
Gräbner Carl, I., Spiegelgasse 4	2
Gränzer Josef, Lehrer, III., Reisnerstrasse 12 . . .	2

fl.

Gräven Adolf, Adjunct der k. k. Staatsschuldencassa, III., Wassergasse 11 2
Graf Edmund, Beamter des österr. „Phönix“, I., Riemerstrasse 2 2
Greville Moore George, Capitän, Naval- and Military-Club, 94 Piccadilly in London 2
Grienberger Albert, Hauptcassier der k. k. Staatsschuldencassa, I., Grünangergasse 1 2
Grieninger Heinrich, Kaufmann, I., Rothenthurmstr. 14 5
Grillmayer Johann, Fabriksbesitzer, I., Maximilianstr. 9 5
Grob Eduard, I., Neuer Markt 9/III 5
Grob Ida, dessen Frau Gemalin, I., Neuer Markt 9/III 5
Gröger Franz, Beamter der Staatsbahn, VIII., Lenaug. 19 2
Gröger Franz, Buchhalter der Sigl'schen Maschinenfabrik, IX., Eisengasse 15 2
Groll Josef, Privatier, IX., Nussdorferstrasse 14 . . . 2
Groller v. Mildensee J., k. k. Feldmarschall-Lieutenant in Laibach 2
Gross Josef, k. k. Ministerialrath im Finanzministerium, I., Grünangergasse 10 2
Gross Julius, I., Getreidemarkt 16 2
Grossauer landwirthschaftlicher Lese- und Bildungsverein 2
Gruber, Besitzer des Hôtels „Victoria“, Favoritenstrasse 2
Grünwald Marie v., Frau, Linz, Obere Donaulände 5 2
Grund Carl, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Bankgasse 2 5
Gschwendt Rudolf in Grafenegg (Post Haitzendorf) . 2
Güdemann C., Dr., Prediger, II., Tempelgasse 23 . 2
Guggenberger Lambert, Pfarrer in Adlweng in Oberösterreich 2
Guggenberger Moriz, Beamter der Ersten österr. Sparcassa 2
Gutmann J. W., Ritter v., Grosshändler, I., Kantgasse 6 5
Haan Friedrich, Freiherr, k. k. Hofrath, I., Blumenstockgasse 5 2
Haan Friedrich, k. k. Ministerialrath a. D., I., Freiung 6 5
Hänisch Josef, Oberbuchhalter der Escomptebank, III., Ungargasse 12 2
Hager Amalie, Frau, I., Kärntnerring 11 2
Halbwirth Franz, Wirthschaftsadjunct in Pusta-Zelitz in Ungarn 2
Haller Carl, IV., Igelgasse 11 2

fl.

Hammerschmidt Johann, Dr., k. k. Oberrechnungsrath, III., Heumarkt 5 2
Hartel Victor, Kaufmann, II., Taborstrasse 11 . . . 5
Hartmann Emil, Währing, Cottage, Sternwartgasse 37 2
Hassek Heinrich, Lederfabrikant, IV., Waaggasse 5 . 2
Hatzmann Carl, herzogl. nassauischer Buchhalter, III., Reisnerstrasse 35 2
Hauber Anton, infulirter Abt und Prälat zu Neuräusch in Mähren 5
Hauer Josefine, Fräulein v., I., Canovagasse 7 . . . 5
Haupt Leopold, Edler v. Buchenrode, kaiserl. Rath und Gutsbesitzer in Schloss Zlin bei Napagedl 2
Hayr Adolf, Beamter der Depositenbank, II., Lessinggasse 15 2
Hedbawny Josef, Inspector der Staatseisenbahn, V., Hundsthurmerstrasse 22 2
Hein Henriette, Fräulein, I., Wallfischgasse 12 . . . 2
Helf Josef, Grosshandlungs - Procuraführer, I., Tuchlauben 17 5
Helia Johann, Privatier, IV., Plösslgasse 16 2
Heller Caroline, Frau, I., Wollzeile 16 2
Heller Henriette, Frau, I., Wallfischgasse 12/II . . 2
Heller Richard, Stud. med., III., Wassergasse 33 . . 2
Helmer Louise, Frau, Professorsgattin, IV., Hundsthurmerstrasse 1 5
Hemmel Josef, VII., Burggasse 48 2
Henisch Julius, Streckenchef der Nordbahn in Ostrau 2
Herdy Franz, Privatier, I., Adlergasse 16 2
Hernalser k. k. Officierstöchter-Institut, die Untervorsteherinnen: Marie Kittner 2
Ludovica Mick 2
Herr Friedrich, Edler v. Wilfried, pens. General-Secretär der Ersten österr. Sparcasse, V., Griesgasse 1 . . . 5
Herrnritt Auguste, Frau v., I., Reichsrathsstrasse 1 . 2
Herrnstadt G., Privatbeamter, IX., Liechtensteinstr. 11 2
Hilbricht Emil, Dr., Advocat in Brzezan in Galizien 2
Hink Alexander, Beamter der österr.-ungar. Bank, VIII., Piaristengasse 21 2
Hingler Franz, k. k. Rechnungs-Revident, VII., Schottenhofgasse 3 2
Hinträger Emma, Frau, IV., Heugasse 66 2
Hirsch Josef, Hausbesitzer, VI., Magdalenenstrasse 4 2
Hirschl Charlotte, Frau, I., Canovagasse 3 2

fl.

Hochegger Franz, Hofburgtheater-Oberrequisiteur und Werkstätten-Inspector, VI., Dreihufeisengasse 8 . . 2
Hochstetter Arthur, Ritter von, Studirender, Oberdöbling, Hauptstrasse 60 2
Höfler Alois, Gymnasial-Professor, IV., Mozartgasse 9 2
Höhnel Franz, Ritter v., Dr. und Professor, sammt Familie, IV., Technikerstrasse 13 5
Höing Julius, Kaufmann, I., Grünangergasse 12 . . 2
Höing Mathilde, Frau, dessen Gemalin, I., Grünangergasse 12 2
Hölzel Julius, Oberinspector der Staats-Eisenbahn, I., Schwarzenbergstrasse 17 2
Hönig Franz, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, VII., Andreasgasse 1 2
Hönigsberg Moriz in Agram 2
Hofer Josef, Donau-Dampfschifffahrts-Beamter, VIII., Laudongasse 16 2
Hofmann Adolf, Dr. der Medicin, I., Hoher Markt 11 2
Hofmann Georg, Ritter von, k. k. Berghauptmann, III., Marokkanergasse 5 2
Holzhausen Adolf, k. k. Hofbuchdrucker, VII., Breitegasse 8 2
Holzknecht Carl, k. k. Ministerial-Rechnungsbeamter, III., Strohgasse 18 2
Horny Max, I., Reichsrathsplatz 2 2
Hoyos-Sprinzenstein Ernst, Graf v., k. k. Geheimer Rath, Herrenhausmitglied, Güterbesitzer, Kärntnerring 5 10
Hrouzek Johann, Ministerialsecretär im k. k. Justizministerium, I., Schillerplatz 4 2
Hrska Ferdinand, Privatbeamter, V., Grüngasse 34 . 2
Huber Franz, Studirender, I., Tuchlauben 11 . . . 2
Huber Josef, Dr., X., Himbergerstrasse 27 2
Hülsenbeck Antonie, Frau, Schulinspectorsgattin, Hernals, Alsbachgasse 16 2
Humbourg Otto Maria, Reichsritter v., Privatier, sammt Familie, II., Rueppgasse 24 5
Hungerbyehler Julius, Edler v. Seestetten, städtischer Buchhaltungsbeamter, I., Wollzeile 23 2
Jäger Heinrich, I., Schottenring 19 5
Jäger Josef, Realitätenbesitzer in Fischau 5
Jägerndorfer Oberrealschule 2
Jaklitsch Carl, Districtsverwalter zu Zelitz in Ungarn 2
Jaksch Ferdinand, I., Franz Josefs-Quai 37 2

	fl.
Jaksic Johann, k. k. Hauptmann im 19. Infanterie-Regimente Kronprinz Erzh. Rudolf, Raab, Ungarn . . .	2
Jaques Heinrich, Dr., Reichsraths-Abgeordneter, Hof- und Gerichtsadvocat, I., Freisingergasse 6	5
Jehle in Prerau	2
Jenny S., Fabrikant, I., Zelinkagasse 4	2
Ihm Josef, k. k. Rechnungsrath i. P., III., Hetzgasse 8/II	5
Ingenieur- und Architekten-Verein, österr., I., Eschenbachgasse 9	2
John Hermine, Frau, Private, VI., Magdalenenstr. 14	2
Irral Josef, Sparcassabeamter, in Hietzing	2
Jung Friedrich, k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., VI., Wallgasse 42	5
Kästner Hermann, Beamter der Ersten ungar. allgem. Versicherungsgesellschaft, I., Himmelpfortgasse 6 . .	2
Kahane Marie, Fräulein, I., Türkenstrasse 21 . . .	2
Kail J. A., Assistent an der k. k. techn. Hochschule .	2
Kalaus, V., Kettenbrückgasse 19	2
Kapper Heinrich, Controlchef der Staats-Eisenbahn, I., Schwarzenbergstrasse 17	2
Karl Alexander, infulirter Abt und Prälat in Melk .	5
Karl Peter, Privatier, VII., Lindengasse 15	2
Karrer Felix, k. k. Ministerialbeamter a. D., erster Secretär des Wissenschaftl. Club, Döbling, Hauptstr. 80	2
Kastner Anton, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, IV., Hauptstrasse 1	2
Kastner, dessen Frau Gemalin, IV., Hauptstrasse 1	2
Kauer Anton, Dr., Realschuldirector, VI., Marchettigasse	2
Kaulbars Nicolai, Freiherr v., Generalmajor, Flügeladjutant Sr. Majestät des Kaisers von Russland und Militär-Bevollmächtigter, IV., Schlüsselgasse 3 . . .	10
Keil August, Cassier und Abtheilungs-Chef der österr.-ungar. Bank, III., Heumarkt 5	2
Keil Albertine, dessen Frau Gemalin, III., Heumarkt 5	2
Kerner Anton, Ritter v. Marilaun, Dr., k. k. Hofrath und Univers.-Prof., Director des k. k. botan. Gartens, III., Rennweg	5
Kind Robert, Cassier der Cosmanoser Cattunfabrik, I., Franz Josefs-Quai 37	2
Kirchberger Franz, Oberlehrer in Perg in Oberösterr.	2
Kittl Ernest, Assistent im k. k. Hofmineralien-Cabinet, III., Marxergasse 27	2
Klapsia Alfred, evang. Pfarrer zu Orlau in Oest.-Schlesien	2

fl.

Klaus Anton, Ritter von, k. k. General-Intendant i. P., in Pressburg, Märzengasse 8 2
Klein Adolf, Uhrenhändler, I., Schönlaterngasse 18 . 2
Klein August, k. k. Hof-Lederwaarenfabrikant, VII., Andreasgasse 6 5
Klein Rudolf, k. k. Bergrath, IV., Favoritenstrasse 17 2
Klein Wilhelm, Controlor der österr.-ungar. Bank, IX., Berggasse 4 2
Kleinschmidt W., VI., Gumpendorferstrasse 11 . . 2
Kleyle Friedrich, Ingenieur, III., Neulinggasse 12 . . 2
Kliemetschek Adolf, Assistent an der k. k. technischen Hochschule, IV., Technik 2
Klinkhammer Franz, Inspector der Staats-Eisenbahn, VIII., Skodagasse 20 2
Kögler August, Buchhalter, I., Franz Josefs-Quai 35 . 2
Königswarter Moriz, Freiherr v., Mitglied des Herrenhauses, Generalconsul etc., I., Kärntnerring 4 . . . 10
Koller Gustav, Privatier, I., Hoher Markt 13. . . . 2
Koppler Moriz, Buchhalter, I., Wollzeile 2 2
Korda Marie v., Fräulein, IV., Apfelgasse 6 2
Kornhuber Hermine, Frau, V., Kettenbrückgasse 3 2
Kossmahl Emma, Fräulein, I., Türkenstrasse 21 . . 2
Kosterschitz Ubald, Prälat im Chorherrenstifte zu Klosterneuburg 5
Kowarzik Josef, Beamter der Depositenbank, VII., Zollergasse 6 2
Krämer Johann, Schätzmeister, I., Laurenzerberg 3 . 2
Kral Julius, Hauptcassier des k. k. Ministerial-Zahlamtes, III., Heumarkt 9 2
Kralik Anton, k. k. Hauptzollamtsbeamter, VII., Neustiftgasse 104/I 2
Kralik Hans, Realitätenbesitzer, Nr. 87 zu Inzersdorf am Wienerberge 2
Kratochwill Hugo, Chef der erzherzogl. Albrecht'schen Central-Buchhaltung, III., Neulinggasse 12 2
Kratzer Franz, Kaufmann, VI., Mariahilferstrasse 73 . 2
Kremser Landes-Oberrealschule 2
Krieger Adolf, Beamter der Ersten österr. Sparcassa, VII., Lindengasse 28 2
Krist Josef, k. k. Schulrath und Professor, III., Lagergasse 3 2
Kriz Johann, Beamter, VIII., Piaristengasse 25 . . . 2
Kruess Stefan, Grosshändler, I., Hegelgasse 3 . . . 2

fl.

Kudlik Carl, Comptoir-Leiter der „Wiener Zeitung“, III., Gärtnergasse 32 2
Kühnert Franz, Observator der k. k. öst. Gradmessung, VI., Brauergasse 5 2
Kühneth Friedrich, Ingenieur, I., Maximilianstrasse 9 2
Kuffner Moriz v., Ottakring, Bräuhaus 5
Kuhn Carl, Beamter a. D., III., Salmgasse 10 . . . 2
Kunz Eduard, Eisenbahn-Beamter, IV., Heumühlg. 6/II 2
Kunz Walter, Kaufmann, I., Schottengasse 3 2
Kutschera Johann, erzherzogl. Zahlmeister, III., Beatrixgasse 29 5
Laad Johann (Calderara und Bankmann), VI., Gumpendorferstrasse 62 2
Lachnit Johann, Ritter v., Dr., Advocat in Brünn . . 2
Lacom Carl, Musikalienhändler, I., Tuchlauben 7 . . 2
Lasser Carl, Ritter v. Zollheim, k. k. Oberbaurath, in Mautern bei Krems 2
Lassnigg Josef, k. k. Hofrath, I., Schottenhof . . . 5
Latzko Moriz, Beamter, I., Kantgasse 6 2
Lawner Jacob, Börse-Agent, I., Esslinggasse 4 . . . 5
Lechner, Frau v., I., Fleischmarkt 1 2
Lechner, Fräulein v., I., Fleischmarkt 1 2
Lechner Ferdinand, erzherzogl. Industrialbeamter, III., Neulinggasse 12. 2
Lederer Adolf Ernst, Privatier, sammt Familie, IV., Schwindgasse 17 5
Lehmann Robert, erzherzogl. Industrialbeamter, III., Neulinggasse 12 2
Leitenberger Friedrich, Freiherr v., Fabriksbesitzer, I., Parkring 16 10
Le Monnier Fanny v., Polizei-Präsidentens-Witwe, I., Tuchlauben 24 2
Le Monnier Franz, Ritter v., Dr., k. k. Ministerial-Secretär, I., Tuchlauben 24 5
Lewandowski Rudolf, Dr., k. k. Regimentsarzt, Docent der Naturwissenschaften am Officierstöchter-Institut in Hernals, Carlsgasse 40 2
Leyrer Ernest, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Wollzeile 5 2
Lhotsky Johann, k. k. Sectionsrath im Ackerbau-Ministerium 2
Lichtblau Anton, Dr., k. k. Notar zu Warnsdorf in Böhmen 2

fl.

Liebig Paul, Beamter der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, II., Nordbahnhof 5
Lihotzky Erwin v., Subdirector der Staats-Eisenbahn, IV., Heugasse 34 2
Linner A., Secretär, I., Naglergasse 1 2
List Franz, Kaufmann, II., Taborstrasse 17 2
Litochleb Cajetan, Nordbahnbeamter, III., Hörnesgasse 1 2
Litzken Otto, fürstlich Metternich'scher Director, III., Rennweg 23 2
Lobmayer Ludwig, k. k. Hof-Glaswaarenfabrikant, I., Kärntnerstrasse 19. 5
Löschnigg Alfred, Communal-Lehrer, I., Wipplingerstrasse 31 2
Lössl Friedrich, Ritter v., Oberingenieur, sammt Familie, Währing, Anastasius Grüngasse 35 5
Löw Bernhard, Geschäftsführer, I., Augustinergasse 3 2
Lorenz Josef Rom., Ritter v. Liburnau, Dr., k. k. Ministerialrath, III., Beatrixgasse 25/II 2
Lorenz Ludwig, Ritter von Liburnau, Dr., III., Linke Bahngasse 7 2
Ludwig Ernest, Dr., k. k. Univ.-Prof. etc., VIII., Albrechtsplatz 1 5
Lukesch Willibald, Sparcassabeamter, sammt Familie, IV., Weyringergasse 24 5
Luksch Josefine, Fräulein, Bürgerschullehrerin, VII., Myrthengasse 16 2
Luksch Leopoldine, Fräulein, Schulinhaberin, I., Mehlmarkt 1 2
Luzansky Carl, Beamter, IV., Hauptstrasse 27 . . . 2
Luzenberger-Milnernsheim Augusto de, Mediciner, VIII., Wickenburggasse 23 2
Mac-Caffry Sidonie, Comtesse, IV., Alleegasse 35 . 2
Mais Franz, k. k. Finanzrath des Central-Taxamtes, II., Taborstrasse 27 2
Maiss Eduard, Professor, IV., Mayerhofgasse 5 . . . 2
Majer Marie, Fräulein, I., Wallfischgasse 10 2
Malnay-Mirzomski de Landskron Julius, Schiffsinspector der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft, III., Löwengasse 19 2
Mandelbaum Albert, I., Franz Josefs-Quai 25 . . . 2
Mannsfeld Josef, Graf, I., Zedlitzgasse 8 10
Marcelli Clementine geb. v. Hassinger, Frau, VIII., Lenaugasse 10 5

fl.

Margulies Anna, Frau, Fabrikantensgattin, IV., Technikergasse 5/II 2
Marischler Norbert, Badinspector in Teplitz, Böhmen 2
Markowitz Josef, Beamter, VII., Burggasse 51. . . 5
Markus Tobias, I., Babenbergerstrasse 5 2
Markus, Frau, I., Babenbergerstrasse 5. 2
Marquet Victor, Edler v., III., Marokkanergasse 5 . 2
Martini Clotilde, Fabrikantensfrau, sammt Familie, Hernals, Carlsgasse 6 5
Mathes Johann, Sparcassabeamter, II., Kleine Sperlgasse 7. 2
Matiegka Wilhelm, Ritter v., k. k. Rechnungs-Assistent, III., Marokkanergasse 3 2
Mauer Hans, Studirender, Brünn, Neugasse 10 . . . 2
Maurus Eduard, Edler v. Wagburg, k. k. Major a. D., II., Rothensterngasse 26 2
Mauthner Ludwig, I., Fichtegasse 2 5
Mayer August, Dr., IX., Berggasse 20 5
Mayer Carl, Beamter, VII., Sigmundsgasse 1. . . . 2
Mayer Carl, k. k. Major a. D., III., Barichgasse 21 . 2
Mayer Josef, öffentl. Gesellschafter der Firma Joh. Grillmayer & Söhne und k. k. Landwehr-Oberlieutenant, I., Maximilianstrasse 9 2
Mayer Theodor, Ramplach bei Neunkirchen, N.-Oesterr. 2
Mayerhofer Alois, k. k. Ministerialbeamter, sammt Familie, VIII., Feldgasse 4 5
Mayssen Betty, Fräulein, Hernals, Bergsteiggasse 9 . 5
Melcher Alfred, IV., Louisengasse 23/I 2
Mell Alexander, Director des k. k. Blindeninstitutes . 2
Mell Marie, Frau, k. k. Blindeninstitut 2
Metternich Richard, Fürst von, k. k. Geheimer Rath, Herrenhausmitglied, III., Rennweg 27 20
Metze Johann, Verwalter des fürstl. Schwarzenberg'schen Holzgeschäftes in Prag, Altstadt 872/I 2
Metzner Heinrich, Assecuranz-Bureau, I., Weihburggasse 4. 2
Meyer, Frau, IV., Heumühlgasse 18/II 2
Michel Ludmilla, Fr., Hernals, Palffygasse 13 . . . 2
Militärwissenschaftlicher und Casino-Verein, I., Strauchgasse 5
Militärwissenschaftlicher Verein in Pressburg 2
Miller Heinrich v., Dr., III., Heumarkt 13 2
Mondschein Julius, IX., Günthergasse 1 2

fl.

Monsé Ferdinand, Edler von, k. k. Hauptmann im X. Artillerie-Regiment, Arsenal, Caserne 12 2
Moravecz Rudolf, Magistratsbeamter, IV., Karolinengasse 23 2
Mosel Anton, Dr., k. ungar. Bergrath, in Klausenburg 2
Much Mathias, Dr., Secretär der Anthropolog. Gesellschaft, VIII., Josefsgasse 6 2
Müller Gustav, k. k. Militär-Verpflegs-Verwalter in Triest 2
Müller Hugo, Oekonom, I., Grünangergasse 1 . . . 2
Musil Eduard, Central-Director der Neusiedler Papierfabriks-Gesellschaft, I., Tuchlauben 6. 5
Nadler Friedrich, Beamter der Staatsbahn, IX., Berggasse 17 2
Nechansky Karl, fürstl. Kinsky'scher Gutsverwalter in Vejwanovic, Post Hrochow-Teinitz, in Böhmen . . . 2
Neufeldt Gustav v., Fabriksbesitzer, I., Bauernmarkt 13 10
Neumann Bernhard, Schriftsetzer, VI., Millergasse 21 . 2
Niessner Johann, Beamter, Fünfhaus, Mariahilfer-Gürtel 33 2
Niksic Mathias, Beamter der Union-Baugesellschaft, Währing, Johannesgasse 7 2
Noot Otto, Kaufmann, I., Lothringergasse 15 2
Nowotny Eduard, k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D., III., Reisnerstrasse 14 2
Nowotny, Frau, Rechnungsrathswitwe, Giesshübel bei Mödling 48 2
Oberhollabrunner Realschule und Obergymnasium 2
Oberwimmer Ferdinand, Baumeister, Währing, Carl Ludwiggasse 35 2
Olbrich, Markscheider zu Ober-Waldenburg in Preuss.-Schlesien 2
Oppolzer Cölestine, Edle von, k. k. Hofrathswitwe, VIII., Alserstrasse 25 5
Osswald Eduard, Escomptebank-Beamter, VII., Halbgasse 23 2
Pachner Anton, Freiherr v. Eggenstorf, k. k. wirkl. Hofrath und Cabinets-Secretär Sr. Majestät des Kaisers, k. k. Truchsess, I., Freiung 6. 5
Palme Raphael, Sparcassabeamter, VI., Marchettig. 18 2
Paris Carl, k. k. Oberpost-Controlor im Handelsministerium, Währing, Kreutzgasse 14 2

	fl.
Pavellič Georg, k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., VIII., Tulpengasse 3	5
Perger Bezirkslehrerschaft (Oberlehrer Franz Kirchberger in Perg) in Oberösterreich	2
Pernitzer A., Weinhändler, X., Himbergerstrasse 60 .	2
Pernter Josef, Dr., Adjunct an der k. k. meteorologischen Centralanstalt, Döbling, Hohe Warte	2
Pesta August, k. k. Ministerialsecretär, VI., Rahlgasse 3	2
Peter Josef, k. k. Ministerial-Oberingenieur, II., Carmelitergasse 8	5
Petermann H. E., Dr., Schriftsteller, III., Sofienbrückenstrasse 9	2
Petter Carl, Haupt-Cassier der Ersten österr. Sparcassa, I., Friedrichstrasse 6	2
Pfaff Carl, Ingenieur und Fabriksbesitzer, I., Reichsrathsstrasse 31	2
Pfliger Ignaz, Privatier, I., Operngasse 16	2
Pfob Em., Dr., Hof- u. Gerichtsadv., I., Bäckerstrasse 9	2
Pfungen Eduard, Freiherr v., k. k. Ministerialrath a. D., I., Grünangergasse 2/II	5
Piatrik v. Lanzenberg Ladislaw, k. k. Major a. D., III., Heumarkt 17	2
Pichler Ludwig, k. k. Ministerial-Rechnungsrath i. P., in Salzburg, Steingasse 38	2
Pineles Friedrich, II., Novaragasse 44	2
Piringer Mathias, Lehrer, IV., Freundgasse 2 . . .	2
Pissling Wilhelm, Ritter v., k. k. Statthaltereirath in Prag, Wenzelsplatz 43	5
Pleischl Adolf, Fabrikant, VII., Zieglergasse 51 . .	2
Plössl, k. k. Hofoptiker, IV., Goldegggasse 6 . . .	2
Plohn Sigmund, Dr. der Medicin, I., Maximiliansplatz 4	2
Podrazky Franz, Secretär der böhm. Montan-Gesellschaft, I., Schottenring 2	2
Pokall Marie, Fräulein, Neulerchenfeld, Hauptstr. 18	2
Pošepny Franz, k. k. Bergrath und Professor, in Přibram, Böhmen	2
Pošepny Clotilde, dessen Frau Gemalin, in Přibram .	2
Preininger Clementine, III., Ungargasse 42	2
Preininger Edmund, k. k. Arcierengarde und Rittmeister, III., Ungargasse 42	2
Pretis-Cagnodo, Freiherr v., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., Statthalter in Triest	10
Preu Christof, Kaufmann, IX., Währingerstrasse 16 .	2

	fl.
Prokesch Anton, Inspector der Nordbahn, Oberdöbling, Gemeindegasse 9	2
Pserhofer Richard, Apotheker, I., Singerstrasse 15 .	5
Puchberger Adolf, Beamter der österr.-ungar. Bank, I., Regierungsgasse 10	2
Pulz Marie, Fräulein, IV., Wohllebengasse 1 . . .	2
Ransonet-Villez Carl, Freiherr v., k. k. Geheimer Rath, Sectionschef a. D., I., Singerstrasse 30 . . .	5
Rassmann Moriz, Hörer der Staatsrechnungswissenschaft, Währing, Herrengasse 4	2
Rastner J., v., Fünfhaus, Märzstrasse 5	2
Raubal Adolf, Ingenieur der Nordwestbahn, II., Conradgasse 3.	2
Reder Albert, Dr. und Professor, I., Herrengasse 12/I	5
Reder Marie, Fräulein, VII., Mechitharistengasse 8/II	2
Reich Paul, III., Barichgasse 17	2
Reichel Friedrich, Stadtbaumeister, IV., Wienstrasse 3	2
Reinlein Marie, Freifrau von Marienburg, I., Löwelstr. 12	2
Richard Heinrich, Professor, I., Ballgasse 5	2
Richter Josef, I., Canovagasse 7	5
Richter, dessen Frau Gemalin, I., Canovagasse 7 . .	5
Riedl Josef, k. k. Oberrechnungsrath, I., Wollzeile 13 .	2
Riemann Eleonora, Frau, IV., Rainergasse 16 . . .	2
Riemerschmied Adolf, Fabrikant, IV., Weyringergasse 7	5
Rinesch Franz, k. k. Landesgerichts-Adjunct, VIII., Langegasse 16	2
Ritschel Dominik, Privatier, II., Asperngasse 3 . .	2
Rösgen v. Floss Carl, k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., Gmunden, Piesdorferstrasse 46	5
Rösner Friedrich Stefan, Controlor der Nordbahn, Wiener Nordbahnhof	2
Rössler Leonhard, Dr., k. k. Professor und Vorstand der k. k. chemisch-physiologischen Versuchsstation in Klosterneuburg	2
Rogenhofer Alois, Custos des k. k. Hof-Naturaliencabinets, VIII., Josefstädterstrasse 19	2
Rohrwasser Eduard, Schätzmeister des k. k. Versatzamtes, IX., Nussdorferstrasse 25	2
Rosswinkler, Fräulein, IV., Carlsgasse 22	5
Rothschild Albert, Freiherr v.	30
Rothschild Alphons, Freiherr v.	30
Rothschild Nathaniel, Freiherr v.	30

fl.

Rott Hans, Studirender, II., Taborstrasse 17 2

Rotter Bonifacius, commerc. Inspector der Südbahn, IV., Rubensgasse 9 2

Rumler Franz, Ritter v. Aichenwehr, k. k. Ministerialrath, IV., Hauptstrasse 40/I 5

Rumpf Jacob, Dr., k. k. Schulrath und Gymnasial-Professor, IV., Untere Alleegasse 30 5

Rumpf Victoria, dessen Frau Gemalin, IV., Alleegasse 30 2

Ruthner Philipp, Beamter der Unionbank, I., Bäckerstr. 9 2

Sacken Theodor, Freiherr v., k. k. Sectionschef, I., Babenbergerstrasse 7 2

Sakalarides Demeter, Med. Dr., I., Schellinggasse 6/II 2

Sallaba Louise, Frau, IV., Heugasse 60 2

Sauer Alois, k. k. Archivsofficial im Herrenhause, IX., Berggasse 4 2

Sauer Josef, k. k. Postcontrolor, IX., Währingerstrasse 22 2

Sauerländer Johann Jacob, I., Kärntnerring 13 . . 5

Schäftner Leopold, Stadt-Steinmetzmeister beim Bau der k. k. Hofmuseen 2

Schaubmaier Adolf, Beamter der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft, II., Untere Donaustrasse 47 . . 2

Schauenstein Anton, Ritter v., k. k. Ministerialrath a. D., IV., Floragasse 3 5

Schaumburg-Lippe Wilhelm Carl August, Prinz, erbliches Herrenhausmitglied, k. k. Oberst, Güterbesitzer, zu Nachod in Böhmen 10

Scheid Georg Adam, Gold- und Silberwaarenfabrikant, VI., Gumpendorferstrasse 42 2

Schell Anton, Dr., Professor der k. k. technischen Militär-Akademie, IV., Margarethenstrasse 25/III . . 2

Schenk Johann, k. k. Gymnasial-Professor, III., Marokkanergasse 3 2

Schernhorst Ferdinand, Buchbinder, III., Ungarg. 36 2

Schiff Max Theodor, I., Amalienstrasse 6 5

Schiff Paul Theodor, Banquier, IV., Favoritenstrasse 20 5

Schilcher Theodor, Hofrichter, Baromlák in Ungarn, Comorner Comitat (nächst Udvárd) 2

Schiller Friedrich, k. k. Ministerial-Rechnungsbeamter, III., Ungargasse 25 2

Schimke v., geb. Baronin Klein, II., Praterstrasse 42/II 10

Schindler Adalbert, k. k. Oberlieutenant, IV., Victorgasse 25 2

Schindler Carl, Professor, I., Kleeblattgasse 13 . . 2

fl.

Schindler Eduard, Inspector der Staatsbahn, VIII., Piaristengasse 15 2
Schleifer Carl, Instituts-Inhaber, I., Maria Theresienstrasse 9 2
Schlinger, I., Tuchlauben 24 2
Schlosser Theodor, Dr., Apotheker, IV., Hauptstr. 60 2
Schmidt Franz, Vorstand-Stellvertreter bei der Ersten österr. Sparcassa, II., Rothe Kreuzgasse 8 2
Schmidt Wilhelm, Zahnkünstler, III., Seidelgasse 18 . 2
Schmidt, Frau, k. k. Gymnasialdirectorsgattin, I., Christinengasse 6. . . . .
Schmidt Marie, Fräulein, I., Christinengasse 6 . . . .
Schmidt Rudolf, I., Christinengasse 6. . . . .
Schmiedt Franz, IV., Alleegasse 19 2
Schneider Hermann, Beamter der Staatsbahn . . . 2
Schneider Josef, Fabrikant, IV., Hauptstrasse 60 . . 2
Schönthoner Josef, Vorstand-Stellvertreter bei der Ersten österr. Sparcassa, VIII., Laudongasse 47 . . 2
Schönwald Adolf, Buchhalter, IX., Porzellangasse 11 2
Schönwald Josef, Ritter v. Bingenheim, k. k. Sectionschef a. D., I., Plankengasse 6 5
Schöppl Gottlieb, Beamter der österr.-ungar. Bank, III., Hauptstrasse 84 2
Schram Robert, Dr., Observator der k. k. österr. Gradmessung, I., Lazzenhof 2
Schückher Wilhelm, I., Hegelgasse 13 5
Schückher Marie, Frau, I., Hegelgasse 13 5
Schückher Wilhelmine, Fräulein, I., Canovagasse 7 2
Schüler Friedrich Julius, Dr., General-Director der Südbahn, I., Kohlmarkt 11 5
Schulz v. Strasznitzki Louise Dorothea, Frau, Sectionsrathsgattin, V., Wehrgasse 27 2
Schulz v. Strasznitzki Marie, Fräulein, IV., Pressg. 14 I 2
Schumann v. Kantzegg Emilie, Frau, IV., Schwindg. 16 5
Schuppler Josef, Edler v., k. k. Oberstlieutenant u. Commandant der Militär-Unterrealschule in Eisenstadt 2
Schusser Marie, Fräulein, IX., Mariannengasse 12 . 2
Schwarz v. Mohrenstern, Privatier, II., Praterstr. 23 . 5
Schwarz Carl, Freiherr v., k. k. Baurath, IV., Carlsg. 20 10
Schwarz v. Meiler Eduard, Freiherr v., k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., I., Reichsrathsstrasse 25 . 5
Schwarz-Senborn Wilhelm, Freiherr v., Geheimer Rath etc., IX., Wasagasse 13 2

fl.

Sederl Arnold, III., Reisnerstrasse 51 2
Sederl Josef sen., Steinmetzmeister, III., Reisnerstr. 51 5
Sedlaczek Ernst, k. k. Oberst, Archivar des militär-geographischen Institutes, VIII., Buchfeldgasse 18 . . 2
Seegen Josef, Dr. der Medicin, k. k. Universitäts-Professor, I., Liebenberggasse 7 2
Semlitsch Victor, Edler v., k. k. Ingenieur, IX., Alserstrasse 18/I 2
Simon Gustav, Währing, Gürtelstrasse 97 2
Simony Oscar, Dr. und Professor an der Hochschule für Bodencultur, III., Salesianergasse 13 5
Sitzler Oscar v., Beamter der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft, II., Darwingasse 34 5
Skoda Franz, Ritter von, Dr. der Medicin, k. k. Hofrath a. D., VIII., Skodagasse 12 5
Skopalik Josef, Dr., Adjunct beim obersten Gerichtshofe, VIII., Laudongasse 15 2
Slawek Josef, Sparcassabeamter, IV., Kettenbrückgasse 12 2
Slonek Julius, Handelsakademiker, I., Rauhensteingasse 3 2
Smoluchowsky Wilhelm, k. k. Hofrath und Cabinetssecretär Sr. Majestät, IV., Favoritenstrasse 20 . . . 5
Sochor Eduard, Ritter v. Friedenthal, k. k. Hofrath, General-Director der Carl Ludwigbahn, Reichsraths-Abgeordneter, I., Kärntnerring 7 5
Spieske Theodor, Geschäftsinhaber, I., Börseplatz 14 2
Spitzer Ludwig, II., Tempelgasse 7 2
Springer Ed., Sparcassabeamter, Lilienbrunngasse 15 2
Stadler Anton, k. k. Hauptmann und Administrator am k. k. önologischen Institut in Klosterneuburg . . . 2
Stadler Victor, k. k. Hauptmann, VI., Stiftskaserne . 2
Stadler Wilhelm, Beamter der Vers.-Ges. „Janus", I., Heinrichshof, Opernring 3 2
Stahl-Almasy Louise v., Frau, I., Klostergasse 3. . 2
Steinbach Eduard, III., Beatrixgasse 26 2
Steindachner Franz, Dr., Director des k. k. zoolog. Hofmuseums etc., I., Kohlmarkt 20 2
Steinmassler Carl, Eisenbahnbeamter, IX., Universitätsstrasse 10 2
Stella Hubert, Beamter der Bodencreditanstalt, Ober-meidling, Bischofgasse 14/I 2
Stettermaier Alois, Dr., k. k. Landesgerichts-Adjunct, VIII., Landesgericht in Strafsachen, Bureau 29 . . 2

fl.

Stiasny Josef, Beamter, III., Fasangasse 45 2
Stockerauer Landes-Realgymnasium 2
Stockert Franz, Ritter v., k. k. Regierungsrath und Central-Inspector der Nordbahn, II., Circusgasse 45 . 5
Stöckl Anton, k. k. Regierungsrath, II., Asperngasse 3 5
Stöger Victor, k. k. Hofzahlamts-Adjunct, sammt Familie, IV., Margarethenstrasse 44 5
Stössl Adolf, Dr. der Medicin, VII., Mariahilferstr. 64 2
Streicher Friederike, Frau, I., Opernring 29 . . . 5
Strohmayer Josef, Oberingenieur im k. k. Ministerium des Innern, sammt Familie, IX., Sensengasse 5 . . 5
Stumme Emil, Hernals, Stiftgasse 64 2
Stummer August, Beamter der Staatsbahn, I., Schwarzenbergstrasse 17 2
Stummer Josef, Ritter v. Traunfels, k. k. Regierungsrath etc., I., Elisabethstrasse 1 5
Stumpf Leopoldine, III., Beatrixgasse 11 2
Suess Adolf, Studirender, II., Novaragasse 49 . . . 2
Suess, Frau, Reichsraths-Abgeordneten- und k. k. Univ.-Professorsgattin, II., Novaragasse 49 5
Suida Albert, Chemiker, in Neunkirchen 2
Susan Sophie, Frau, Hauptmanns-Witwe, sammt Familie, Hernals, Bergsteiggasse 43 5
Syřiště Alois, Rathssecretärs-Adjunct, I., Justizpalais . 2
Szilva Marie, Fräulein v., I., Singerstrasse 23 . . . 5
Szombathy Josef, Custos im k. k. naturhistorischen Hofmuseum, VII., Bernardgasse 3 2
Sztojánovits de Laczunás Georg, Freiherr v., Conceptspraktikant bei der bosnischen Landesregierung in Sarajewo 2
Tagleicht Carl, Bürger, k. k. Hofschlosser, II., Czeringasse 6 2
Tandler Josef, Ritter v. Tanningen, k. k. Ministerialrath a. D., III., Ungargasse 27 5
Taub, Med. Dr., I., Fleischmarkt 22 2
Thalwitzer Carl, fürstl. Liechtenstein'scher Verwalter, I., Krugerstrasse 1 2
Thom Franz, k. k. Gymnasial-Professor, IV., Favoritenstrasse 15 2
Thomas Peregrin, akadem. Maler, IX., Pfauengasse 7 2
Topscher Gustav, Dr., k. k. Notar, III., Hauptstr. 21 5
Toula Franz, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule, sammt Familie, VII., Kirchengasse 19 . 5

fl.

Trautmann Carl, Ritter v., Oberdöbling, Alleegasse 3 . . . 2
Trautmann Bertha, Frau v., dessen Gemalin, Oberdöbling, Alleegasse 3 . . . 2
Trenck Heinrich, Freiherr v. Tonder, I., Seilerstätte 5 . . . 25
Tretter von Trittfeld Aurelia, Fräulein, I., Wildpretmarkt 2/IV . . . 2
Trönle Ludwig, k.k. Rechnungsrevident, VIII., Lerchenfelderstrasse 39/II . . . 2
Truber Theodor, II., Praterstrasse 42 . . . 2
Tschida Arthur, Paks in Ungarn, Tolnaer Comitat . . . 2
Tschuschner Hr., VII., Gutenberggasse 23 . . . 2
Ullrich Carl, k. k. Verpflegs-Official, VI., Eszterhazyg. 4 . . . 2
Vaczulik Conrad, Südbahn-Inspector, Directionsgebäude am Südbahnhof . . . 2
Valduga Clement, Cassier, I., Gonzagagasse 11 . . . 2
Valduga Isidor, I., Gonzagagasse 11 . . . 2
Velitchkovitch D., Beamter der Anglo-österreichischen Bank . . . 2
Vöcklabrucker Bezirks-Lehrerschaft (Schulleiter J. Rauch in Vöcklabruck) . . . 2
Volkmer Ottomar, Oberstlieutenant a. D., k. k. Regierungsrath und Vicedirector der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, sammt Familie, I., Seilerstätte . . . 5
Wache Gust., k.k. Artillerielieutenant, III., Marokkanergasse 3 . . . 2
Wächtler Caroline, Fräulein, IV., Untere Alleeg. 31 . . . 2
Wagner Adolf, VI., Hirschengasse 3 . . . 2
Wagner Franz, Edler v., I., Rothenthurmstrasse 35 . . . 2
Walther-Burg Anton, Freiherr v., k. k. Oberst und Commandant der 17. Infanterie-Brigade, Prag, Mariengasse 29 . . . 5
Walzel, Frau, I., Habsburgergasse 5 . . . 2
Waněk Josef, Dr., Hof- und Gerichts-Advocat, I., Bognergasse 15 . . . 2
Wangemann Paul, Lehrer an der Realschule I. Ordnung zu Sprottau in Preuss.-Schlesien . . . 2
Warmholz Marie, Fräulein, I., Amalienstrasse 6 . . . 2
Washington Max, Freiherr v., Gutsbesitzer, Herrenhausmitglied, Schloss Pöls bei Wildon in Steiermark . . . 5
Weber Johann, Beamter der Wechsels. Brandschaden-Versicherungs-Gesellschaft, I., Bäckerstrasse 26 . . . 2
Weber Johann, I., Strauchgasse 3 . . . 2
Weber Moriz, VII., Kaiserstrasse 70 A . . . 2

fl.

Weinberg J. L., Privatier, I., Kärntnerring 13 . . . 5
Weinberg Louise, dessen Frau Gemalin, I., Kärntnerring 13 5
Weinberger Isidor, Inspector der Staatsbahn, III., Oetzeltgasse 3 2
Weinberger Marie, Fräulein, III., Oetzeltgasse 4 . . 2
Weiss Albert, Kaufmann, I., Deutschmeisterplatz 3 . 2
Weiss Albert, Dr. der Med., III., Salesianergasse 8 . 2
Weiss Edmund, Dr., k. k. Univ.-Professor etc., Director der Sternwarte in Währing 5
Weiss Ferdinand v. Schleussenburg, k. k. Oberstlieutenant a. D., IV., Hauptstrasse 49 5
Weiss Heinrich v. Schleussenburg, k. k. Generalmajor a. D., in Graz, Maiffredigasse 2 5
Weiss Oscar, k. k. Rechnungsbeamter im Ackerbau-Ministerium, I., Rudolfsplatz 2
Wellfuss Emilie, Fräulein, I., Elisabethstrasse, Heinrichshof 4 2
Wertheimer Samuel, sammt Familie, I., Gonzagagasse 3 5
Widmann F., Ritter v., Privatier, sammt Familie, I., Stefansplatz 6 5
Wiedmann Philipp, Grosshandlungs-Cassier, I., Schottenbastei 5 2
Wiener Ed. Ritter v. Welten, Grosshändler, I., Schwarzenbergstrasse 15 10
Wierzbicki Joh., k. k. Senats-Präsident des Obersten Gerichts- und Cassationshofes, VIII., Tulpengasse 6 5
Wilczek Hans, Graf, k. k. Geheimer Rath, Herrenhausmitglied, I., Herrengasse 5 10
Wimmer Ambros, Aichungsbeamter i. P., IV., Hundsthurmerstrasse 2 2
Winiwarter Max, Ritter v., Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Singerstrasse 13 5
Winiwarter Georg, Ritter v., Fabriksbesitzer und Ingenieur, in Graz, Elisabethstrasse und Subackergasse, Ecke 2
Wittgenstein Fanny, Gutsbesitzersgattin, III., Salesianergasse 2 5
Witzleben Julius, Freiherr v., k. k. Hauptmann im militär-geographischen Institute, VII., Burggasse 24 . 2
Wlassak Amalie, Adjunctens-Gattin, IV., Margarethenstrasse 6 2

	fl.
Wodizka Victor, Beamter der Staatsbahn, I., Schwarzenbergstrasse 17	2
Woldřich Johann, Dr. und Professor am k. k. akad. Gymnasium	2
Wolf Guido, Ritter v., zu Zelitz in Ungarn	2
Wolfbauer Franz, Handelsakademiker, I., Johannesgasse 23	2
Wolfinau Carl, Com., VII., Ulrichsplatz 4	2
Woschitzki Franz, I., Giselastrasse 1	2
Wotruba, k. k. Oberstlieut., IV., Grosse Neugasse 11	5
Wührer Franz, Prokurist, V., Kleine Neugasse 15 . .	5
Zacke Gottlieb, k. k. Postsparcassen-Beamter, I., Sonnenfelsgasse 21	2
Zecha Julius, Effecten-Cassier der Ersten österr. Sparcassa, Unterdöbling, Herrengasse 23	2
Zellner Leopold, k. k. Regierungsrath, Professor und Generalsecretär der Gesellschaft der Musikfreunde, I., Musikvereinsgebäude	5
Zenker Franz, Ministerialconcipist im k. k. Justizministerium, I., Schillerplatz 4	2
Zinner Carl, Magistratsrath, VII., Lerchenfelderstr. 39	2
Zipfl Franz, Dr. der Med., II., Taborstrasse 14 . . .	2
Zsilla Emilie, Frau, III., Heumarkt 5	2

Zahl der Mitglieder am 30. März 1887:

Ehrenmitglieder	1
Ordentliche Mitglieder	472
Unterstützende „	164
Zusammen . .	637

Gestorbene Vereins-Mitglieder

im 27. Vereinsjahre 1886/87. *)

Abich Hermann, kais. russ. Staatsrath.

Anthoine Franz, k. k. Hofgarten-Director.

Beranek Johanna von Bernhorst, Frau, Untervorsteherin am k. k. Officierstöchter-Institut zu Hernals.

Göbl Franz, Vorstand der Maschinen-Direction der Südbahn.

Nitzelberger Alfred, Professor am Schottengymnasium.

Oppolzer Theodor, Ritter v., Dr., k. k. Hofrath und Vicepräsident des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

Pierre Victor, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule.

Pokorny Alois, Dr., k. k. Regierungsrath, Gymnasial-Director und Vicepräsident des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

Schwendenwein Ritter v. Lannaburg August, k. k. Oberbaurath und Hofarchitekt.

Seckendorf-Gudent Arthur, Freih. v., Dr., k. k. Regierungsrath und Professor an der Hochschule für Bodencultur.

Semrad Ferdinand, k. k. Oberbaurath i. P.

Tustanowski Adam, Ritter v., k. k. Hilfsämter-Director im Ministerium des Aeusseren.

Willigk Helene, Frau.

---

*) Insoweit Todesfälle zur Kenntniss der Vereinsleitung gelangten.

Neu eingetretene Vereins-Mitglieder:

Beck Josef, Privatier.
Beer Markus, Lehrer.
Belz Carl.
Beranek Heinrich, Dr., k. k. Bezirksgerichts-Adjunct.
Berwerth Fritz, Dr., Custos im k. k. naturhistorischen Hofmuseum.
Feder Carl.
Flatz Franz.
Friedinger Carl, Dr., Director und Primararzt der niederösterr. Gebär- und Findelanstalt.
Friedinger Max, Stud. med.
Gräbner Carl.
Gräven Adolf, Adjunct der k. k. Staatsschuldencassa.
Haller Carl.
Hartel Victor, Kaufmann.
Hartmann Emil.
Heller Caroline, Frau.
Heller Richard, Stud. med.
Höhnel Franz, Ritter v., Dr. und Professor.
Kleinschmidt W.
Koller Gustav, Privatier.
Kratochwill Hugo, Chef der erzherzogl. Albrecht'schen Central-Buchhaltung.
Mayerhofer Alois, k. k. Ministerialbeamter.
Mell Alexander, Director des k. k. Blindeninstitutes.
Mell Marie, Frau.
Rastner J. v.
Rinesch Franz, k. k. Landesgerichts-Adjunct.
Rumpf Victoria, Frau, Professorsgattin.
Schmiedt Franz.

Simon Gustav.
Skopalik Josef, Dr., Adjunct beim obersten Gerichtshofe.
Slonek Julius, Handelsakademiker.
Stettermaier Alois, Dr., k. k. Landesgerichts-Adjunct.
Stockerauer Landes-Realgymnasium.
Stumme Emil.
Susan Sophie, Frau, k. k. Hauptmannswitwe.
Truber Theodor.
Tschuschner.
Volkmer Ottomar, Oberstlieutenant a. D., k. k. Regierungsrath und Vicedirector der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.
Wache Gustav, k. k. Artillerie-Lieutenant.
Weinberg Louise, Frau.
Wellfuss Emilie, Fräulein.
Wertheimer Samuel.
Wolfbauer Franz, Handelsakademiker.
Zacke Gottlieb, Postsparcassen-Beamter.

Die Angabe der Wohnungen und der Jahresbeiträge der Neueingetretenen sind im Verzeichnisse der Mitglieder zu ersehen.



Die

Verwerthung der Electrolyse

in den

graphischen Künsten.

Von

O. VOLKMER,

k. k. Regierungsrath und Vice-Director der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

Vortrag, gehalten am 10. und 17. November 1886.

(Mit Experimenten.)

Mit vier Abbildungen im Texte.



Einleitung.

Die eminenten Fortschritte, welche in den letzten zwei Decennien das Gebiet der Naturwissenschaften aufzuweisen hat, sind allgemein bekannt und erlaube ich mir nur die Aufmerksamkeit der verehrten Anwesenden speciell auf das Gebiet der Elektricität zu lenken. Es wurde wohl kaum noch irgend einem Zweige der modernen Technik ein so allgemeines und reges Interesse selbst von Seite der Laienwelt entgegengebracht wie der Electrotechnik.

Ich will es nun versuchen, durch mein Thema des auf zwei Abende vertheilten Vortrages „Die Verwerthung der Electrolyse in den graphischen Künsten“ die hohe Bedeutung der Nutzbarmachung nur von einer der vielen Wirkungen des elektrischen Stromes, nämlich der „chemischen“, durch meine Auseinandersetzungen vorzuführen, und da bewegen sich meine Darstellungen nur auf einem verhältnissmässig kleinen Gebiete, nämlich dem der graphischen Künste, um damit den vorhergehend gemachten Ausspruch, welch' grossen Interesses sich die Electrotechnik erfreut, zu rechtfertigen.

Schon im Jahre 1789 hatte Päts van Trostwyk und 1801 Wollaston die Zersetzung des Wassers

durch den elektrischen Entladungsschlag einer Leydnerflasche in Wasserstoff und Sauerstoff nachgewiesen. — Es war aber erst 1830 der berühmte englische Forscher auf elektrischem Gebiete Michael Faraday, welcher sich eingehend mit Untersuchungen über die zersetzende Wirkung des elektrischen Stromes auf verschiedene in wässeriger Lösung befindliche einfachere Verbindungen und Metallsalze beschäftigte.

Einer solchen Zersetzung und Trennung in die Elemente sind nur die die Elektricität gut leitenden Verbindungen fähig und nennt man einen solchen Körper Electrolyt, den Vorgang dieser Zersetzung selbst aber die Electrolyse. Die Bestandtheile, welche sich an der Ein- und Austrittsstelle (an den Elektroden) des elektrischen Stromes im Electrolyten ausscheiden, nennt man Ionen, und zwar an der Eintrittsstelle Anion, an der Austrittsstelle Kation, indem Faraday die erstere mit Anode, die letztere mit Kathode bezeichnete.

Faraday war es auch, welcher im Jahre 1833, gestützt auf die zahlreichen interessanten Resultate dieser seiner Untersuchungen, die grundlegenden Gesetze der electro-chemischen Zersetzung aufstellte, welche in folgenden zwei Hauptsätzen zum Ausdrucke gelangen, und zwar:

1. Die innerhalb einer bestimmten Zeit zerlegte Menge eines Electrolyten ist der electrolysirenden Stromstärke proportional, das heisst der hindurchgegangenen Elektricitätsmenge.

2. Die von ein und demselben Strome innerhalb einer bestimmten Zeit zerlegten Gewichtsmengen verschiedener Electrolyte sind einander chemisch aequivalent. Drückt man dies im Sinne der modernen Electrotechnik mit Berücksichtigung der absoluten Masseinheiten aus, so ist die Zahl der sogenannten electro-chemischen Aequivalente eines Electrolyten, welche von einem Strome während einer gegebenen Zeit zerlegt werden, gleich der Anzahl Einheiten von Elektricität, welche der Strom in derselben Zeit durch einen Querschnitt des Electrolyten hindurchführt.

Dabei versteht man unter electro-chemischem Aequivalent diejenige Menge eines Electrolyten, welche von der Stromeinheit in der Zeiteinheit zersetzt wird. Die electro-chemischen Aequivalente sind naturgemäss den von der Chemie aufgestellten Atomgewichten proportional; so ist z. B.

für Kupfer:

das Atomgewicht 63·5, das electr.-chem. Aequiv. 0·003245 Gr.

für Eisen:

das Atomgewicht 56, „ „ „ 0·002862 „

für Nickel:

das Atomgewicht 59, „ „ „ 0·003015 „

Kurze Zeit nach dem Bekanntwerden der electrolytischen Gesetze Faraday's, sowie der Construction und Wirkung des Daniell'schen Elementes machte Warren de la Rue nähere Untersuchungen mit dem

letzteren und gibt über die dabei erhaltenen Resultate unter Anderem in einer Abhandlung des „Philosophical magazine“ 1836 folgende Mittheilung: „Die Kupferplatte wird auch mit einem Ueberzug von metallischem Kupfer bedeckt, und dieses fährt fort, sich abzusetzen; es bildet sich eine Kupferplatte, welche der Unterlage so vollkommen entspricht, dass, wenn man sie abnimmt, der Abdruck jedes Ritzes darauf zu bemerken ist.“

Diese Mittheilung de la Rue's scheint nun wenig aufmerksame Leser gefunden zu haben, und was noch auffallender ist, auch der Verfasser derselben, welcher doch aus seinen wissenschaftlichen Untersuchungen diese Thatsache constatirte, machte keine praktische Verwendung davon.

Uebrigens war das Verfahren, Kupfermetall aus einer wässerigen Salzlösung auf metallische oder nicht metallische Gegenstände niederzuschlagen, ja schon von den alten Egyptern ausgeübt worden; zahlreiche Funde aus ihren alten Grabstätten, wie Thongefässe, Figuren, hölzerne Lanzenspitzen, selbst lebensgrosse Statuen etc., mit einer dünnen Kupferschichte belegt, lassen darauf schliessen.

Erst im October 1838 tritt Professor Jacoby zu St. Petersburg mit der Erfindung in die Oeffentlichkeit, dass er die Reduction des Kupfers auf galvanischem Wege zu Zwecken der Künste anzuwenden verstehe; er nannte dieses sein Verfahren, wie bekannt, Galvanoplastik.

Diese Erfindung machte damals gewaltiges Aufsehen und verbreitete sich bald durch alle Kreise der Gesellschaft, weil man damit in den Stand gesetzt war, mit einem Stückchen Kupfer, Zink oder selbst altem Eisen die seltensten Medaillen, Münzen etc. zu copiren.

Der Engländer Spencer machte um dieselbe Zeit die Entdeckung der Kupferniederschlagung und stritt mit Jacoby um die Priorität dieser Erfindung. Es scheint indessen, dass beide, ohne von einander Kenntniss gehabt zu haben, diese Entdeckung selbstständig und gleichzeitig gemacht haben. Ohne Zweifel gebührt aber Jacoby das Verdienst, die Galvanoplastik zuerst in die Wissenschaft eingeführt zu haben.

Die durch Electrolyse erhaltenen Metallniederschläge sind nun entweder bestimmt, als Ueberzüge zu dienen, oder sie werden von der Unterlage, Matrize genannt, abgelöst und liefern entgegengesetzte Copien derselben von einer Genauigkeit, wie sie auf einem anderen Wege nicht erhalten werden können.

Solche Niederschläge sind es nun aber auch, und zwar vornehmlich jene von Kupfer, welche in den graphischen Künsten in mannigfacher Weise verwendet werden.

Schaltet man daher in den Kreis eines galvanischen Stromes an irgend einer Stelle die Lösung eines Kupfersalzes ein, so wird eine Zersetzung desselben in der Weise stattfinden, dass sich an der Kathode metallisches Kupfer, an der Anode aber die mit dem

Metall verbundene Säuregruppe oder das Halogen ausscheidet. Unterwirft man daher eine Lösung von Kupfersulfat der Electrolyse, so bedeckt sich die Kathode mit einer Schichte Kupfer, während an der Anode die Gruppe SO_4 auftritt. Besteht die Anode aus einem Metall, dessen Oxyd in Schwefelsäure löslich ist, z. B. aus Kupfer, so verbindet sich die Gruppe SO_4 mit einem Theile dieses Metalles zu dem Sulfat, welches vom vorhandenen Wasser gelöst wird.

Was die quantitativen Verhältnisse anbelangt, so entsprechen die an den beiden Electroden ausgeschiedenen Mengen der molecularen Zusammensetzung des Salzes; es werden daher auf 63·5 Theile Kupfer stets 96 Theile SO_4 abgeschieden, welche sich entweder erneuert mit 63·5 Theilen Kupfer verbinden, wie bei der Dynamo-Installation in den Trögen mit der Badflüssigkeit, oder sich mit Wasser zu 98 Theilen Schwefelsäure und 16 Theilen Sauerstoff umsetzen, wie im Daniell'schen Trogapparat. Es ist somit klar, dass bei Verwendung einer Kupferanode die quantitative Zusammensetzung der Kupferlösung vollständig unverändert bleibt, und dass die Wirkung des elektrischen Stromes gleichsam nur in einer Ueberführung des Metalles von der Anode zur Kathode besteht.

Der Zweck der graphischen Künste und ihrer Abarten ist die Wiedergabe einer Zeichnung durch Herstellung einer graphischen Druckplatte, welche dann mittelst eines hiezu geeigneten Druckverfahrens die Vervielfältigung ermöglicht. Man unterscheidet:

1. die graphischen Künste im engeren Sinne des Wortes, wie: den Holzschnitt, den Kupfer- und Stahlstich und die Lithographie mit ihren verschiedenen Abarten, und

2. die die graphischen Künste unterstützenden neueren sogenannten photomechanischen und photochemischen Reproductionsverfahren, wie: die Photographie, den Lichtdruck, die Phototypie, Heliogravure, die Photochemigraphie etc.

Jordan in England wandte einst zufällig eine gravirte Kupferplatte im Daniell'schen Elemente als Kathodenplatte an und fand, dass das abgelagerte Metall genau die Zeichnung der Kupferplatte en relief wiedergab. Er war es, welcher nun, darauf gestützt, zuerst den Gedanken anregte, diese Thatsache zum Vervielfältigen von gravirten Kupferdruckplatten auszunützen.

Seit dieser Zeit werden von gestochenen, radirten und in sonstiger Weise hergestellten Druckplatten mit Hilfe der Galvanoplastik Hochplatten hergestellt, welche als Mutterplatten vorräthig gehalten werden, um davon im Falle des Unbrauchbarwerdens der Originalplatte neue Tiefdruckplatten in unbeschränkter Zahl copiren zu können.

Später verstand man es auch, eine Kupferdruckplatte gegen die Abnützung beim Geben und Wischen der Farbe auf der Druckplatte widerstandsfähiger zu gestalten und selbe mit Hilfe der Electrolyse mit einer dünnen, harten Eisenschichte zu überziehen, Verstählen genannt, oder mit Nickel zu überziehen, das

Vernickeln, oder wie bei Zinkdruckplatten, welche sehr leicht oxydiren, sich überhaupt beim Druck nur sehr schwer rein halten lassen, dann verschmutzt und tonig drucken, diese zu verkupfern, eventuell zu verstählen, wie dies z. B. beim Verfahren der Photochemigraphie im k. k. militär-geographischen Institute mit dünnen Zinkdruckplatten, welche so hergestellt sind, zur Anwendung kommt. — Stereotypplatten werden heute auch der grösseren Dauerhaftigkeit wegen galvanisch vermessingt.

Eine bei Weitem wichtigere Verwerthung der Electrolyse finden wir aber, wenn durch derartige Kupferniederschläge direct die Kupferdruckplatte erzeugt wird, wie dies bei der Heliogravure, der Galvanographie, der Stilographie, der Galvanokaustik, dem Naturselbstdruck etc. der Fall ist.

Bei Landkartenwerken endlich, wo die Druckplatte für die Dauer erhalten werden soll, somit im Laufe der Zeit sich ergebende Culturenveränderungen auf derselben corrigirt und nachgetragen werden müssen, wird die Galvanoplastik auch sinnreich ausgenützt, diese Correcturen in solider Art durchzuführen.

Die folgenden Mittheilungen sollen nun die nöthigen erläuternden Auseinandersetzungen über die eben angedeuteten verschiedenen Verwendungsrichtungen der Electrolyse für die graphischen Künste darlegen, um damit für das Studium dieses interessanten Gebietes einen Fingerzeig für den generellen Zusammenhang der einzelnen einschlägigen Arbeiten zu geben.

Die Stromquellen für die Galvanoplastik.

Die meisten galvanoplastischen Ateliers, selbst jene der grossen Staatsanstalten, wie das k. k. militär-geographische Institut, die k. k. Hof- und Staatsdruckerei etc., benützten bis in die jüngste Zeit zur Durchführung der diversen Arbeiten mit Kupferniederschlag den gewöhnlichen Daniell'schen Trogapparat mit Selbststrom.

Dieser Trogapparat besteht aus einem hölzernen Kasten mit einer circa 2 Millimeter starken Bleifolie ausgefüttert und mit einem Ueberzuge versehen, bestehend aus:

3	Theilen	Stearin,
6	„	schwarzem Pech,
3	„	Leinöl,
20	„	Guttapercha,

welcher letztere die elektrische Erregung des Bleies hindern soll.

Im Troge hängt das aus Pergamentfell hergestellte Diaphragma, auf einen Holzrahmen gespannt, welcher Rahmen an den beiden schmalen Seiten Handhaben zum Ein- und Ausheben in den Kasten hat. Oben auf das Pergament wird eine grobe Leinwand gelegt, um zu verhindern, dass die Unreinigkeiten des Zinkes oder des Eisens auf die Pergamentfläche fallen und dadurch die Leitungsfähigkeit beeinträchtigen oder gar die Poren des Diaphragma passiren, sich auf der Kathode absetzen und damit die Reinheit der Niederschlagsbildung beeinträchtigen. Die Zink- oder Eisenplatte

als positive Elektrode ist durch einen Bügel von Kupferblech mit der Kathode verbunden und durch eine Klemmschraube der Strom geschlossen.

An einer der schmalen Seiten des Troges wird eine kleine Tasche, aus einer durchlöcherten Bleiplatte bestehend, angebracht, in welche von Zeit zu Zeit Kupfervitriol nachgefüllt wird, um damit die Badeflüssigkeit gleichmässig gesättigt zu erhalten.

Der Process, welcher sich im Troge vollzieht, besteht im Wesentlichen darin, dass die Kathode sich mit einer Schichte von Kupfer bedeckt, während an der Anode die Säuregruppe SO_4 auftritt und sich dann mit Wasser zu Schwefelsäure umsetzt, welche das Eisen und Zink zu Sulfat löst und dabei auch theilweise Sauerstoff frei wird, welcher beim Entsteigen in die Luft Schwefelsäurepartikelchen mitreisst und die Luft im Locale dadurch gesundheitsschädlich macht.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass zu einer recht gleichmässigen Ausscheidung des Kupferniederschlages, wie dies eben eine Druckplatte für die graphischen Künste erfordert, eine horizontale und parallele Lage der Kathode zur Anodenplatte der verticalen Stellung vorzuziehen ist.

Bei der Erzeugung von Druckplatten mit Hilfe des Daniell'schen Trogapparates kann man auch in der Wahl des für das Bad anzuwendenden Kupfervitriols nicht genug sorgfältig sein. Das k. k. militär-geographische Institut hat z. B. durch seine mehr als dreissigjährigen Erfahrungen den aus England impor-

tirten Kupfervitriol als den diesen Zwecken entsprechendsten gefunden.

Der englische Kupfervitriol wird nämlich aus Kupferplatten von unbrauchbar gewordenen Schiffsbeschlägen dargestellt, indem diese, mit Schwefel geröstet, sich in Schwefelkupfer verwandeln, beim weiteren Rösten zu basisch schwefelsaurem Kupferoxyd werden und schliesslich durch Behandeln mit Schwefelsäure zu neutralem schwefelsauren Kupferoxyd sich umsetzen. Die Röstmasse dann ausgelaugt, eingedampft, krystallisiren gelassen, gibt einen ganz reinen Kupfervitriol. Was jedoch hauptsächlich den englischen Vitriol für gewisse Zwecke beinahe unersetzlich macht und weshalb derselbe jedem anderen, auch dem sonst chemisch reinen und beim Affiniren gewonnenen vorzuziehen ist, liegt weniger in seiner chemischen Beschaffenheit, als vielmehr in der Art und Weise, wie man in England die Krystallisation besorgt. Man legt nämlich auf die Ausbildung schöner und grosser Krystalle gar keinen Werth, verhindert dies im Gegentheile durch schnelleres Verdampfen der Lösung und tumultuarische Störung der Krystallisation. Man gewinnt hiedurch allerdings unansehnlichere und auch weniger intensiv blaue Krystalle, welche sich aber bedeutend leichter lösen und dadurch für den richtigen Gang im galvanischen Bade eine erhöhte Bedeutung erlangen, weil dadurch die Vitriollösung immer entsprechend gesättigt bleibt, und damit dann eine ruhigere und regelmässigere Zersetzung derselben durch

den elektrischen Strom stattfindet und damit natürlich auch ein gleichförmiger, in seiner Structur zarter Niederschlag des Kupfers entsteht.

Die Concentration des Bades ist normal 20 bis 24 Grad Beaumé bei einer möglichst gleichzuhaltenden Temperatur des Locales von 18 Grad Réaumur.

Der Daniell'sche Trogapparat liefert bei Verwendung von 100 Kilogr. Kupfervitriol 22·5 Kilogr. Kupferniederschlag, wozu 45 Kilogr. Zink mit 27·8 Kilogr. Schwefelsäure oder bei Anwendung von Eisen als Anode 35 Kilogr. Eisen und 28·7 Kilogr. Schwefelsäure erforderlich sind.

Hochplatten haben nach circa 14 bis 16 Tagen, die heliographischen Druckplatten nach 20 bis 24 Tagen die erforderliche Stärke erlangt, um sie aus dem Trogapparate als fertiggestellt zu nehmen.

Das galvanische Bad des Trogapparates wird natürlich an der Kathode durch die fortwährende Niederschlagung des Kupfers unter Freiwerden von Schwefelsäure zu sauer, woran übrigens, wie genaue Untersuchungen von Reuss und Wiedemann dargethan haben, auch die sogenannte galvanische Endosmose mit Ursache ist, indem die Anodenflüssigkeit durch das Diaphragma in der Richtung des Stromes gegen die Kathode fortgedrängt wird, so dass das Bad an der Kathode an Quantität zunimmt und auch saurer wird.

Wenn man nun auch von Zeit zu Zeit mit Ammoniak oder mit kohlensaurem Kalk, oder wie es im

k. k. militär-geographischen Institute geschieht, mit Glaubersalz zu neutralisiren sucht, so muss man doch nach drei bis vier Monaten zum sogenannten Ausziehen des Bades schreiten, den Apparat nach dieser Zeit entleeren und mit frisch bereiteter Vitriollösung beschicken. Der Moment, wann mit dem weiteren Ausnützen der Flüssigkeit abgebrochen werden soll, ist dadurch gekennzeichnet, dass sich haarartige Gebilde am Kupferniederschlage entwickeln; von da an wird der electrolytische Process unterbrochen und die unbrauchbare Flüssigkeit entfernt.

Wie nun alle die dargestellten Thatsachen darthun, ist der Daniell'sche Trogapparat recht unbequem in der Handhabung und noch nebenbei auch kostspielig im Betriebe.

Im geographischen Institute zu Lissabon in Portugal bedient man sich zur Herstellung von Kupferdruckplatten mittelst des galvanoplastischen Verfahrens einer thermo-elektrischen Eisen-Zink-Antimonbatterie von 100 Clamond-Elementen in 10 Parallelreihen zu 10 Elemente angeordnet, welche als recht befriedigend für die dortigen Zwecke erklärt wird und deren Unterhaltungskosten per Stunde an Gasverbrauch nur fünf Kreuzer betragen sollen.

Auch das Dépôt de la guerre zu Paris und die Firma Goupil mit ihren prachtvollen Photogravuren verwenden für ihre galvanoplastischen Arbeiten, das erstere insbesondere für den Correcturenprocess Georges, derlei Clamond'sche Thermobatterien zur raschen

Niederschlagsbildung mit, wie dort behauptet wird, gutem Vortheil.

Aber auch bei der Electrolyse suchte man in jüngster Zeit alle Verbesserungen und Neuerungen der Erregung des elektrischen Stromes nutzbringend zu verwerthen und so namentlich zum Betriebe grösserer galvanoplastischer Etablissements die magnet-elektrische und die dynamo-elektrische Maschine in Verwendung zu nehmen. Derlei Maschinen als Stromerreger oder Generatoren gewähren gegenüber den gebräuchlichen hydro-elektrischen Elementen mit ihrer zeitraubenden Bedienung, ihren zum Theil gesundheitsschädlichen Gasentwicklungen und häufigen Störungen die grössten Vortheile einfacher, bequemer und reinlicher Arbeit. Obwohl ihr Gebrauch durch die Nothwendigkeit einer Betriebskraft, wie: Dampfmaschine, Gasmotor etc. erschwert wird, sind sie doch von ökonomischem Vortheil.

Maschinen für continuirliche Ströme zieht man den Wechselstrommaschinen vor und gibt ihnen Drahtwindungen von starkem Durchmesser, also Draht von möglichst geringem Widerstande, damit ein Strom von grosser Quantität, aber geringer Intensität entwickelt wird.

Die k. k. Hof- und Staatsdruckerei hat schon im Jahre 1875 und das k. k. militär-geographische Institut im Jahre 1878 mit derlei Maschinen zum Zwecke der Herstellung galvanischer Kupferdruckplatten mehrfache Versuche ausgeführt. Die erstere Anstalt ver-

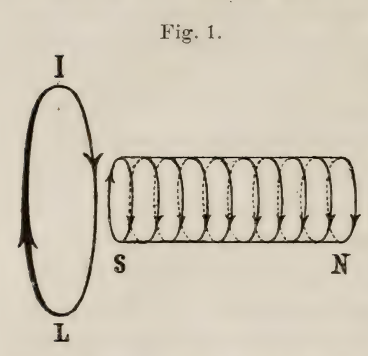
wendete hiezu die Maschine von Gramme, die letztere eine nach den Constructionen des Wiener Mechanikers Marcus und des Civilingenieurs Wensch hergestellte, doch weder die Resultate der einen noch der anderen hatten damals befriedigt.

Seit dieser Zeit sind nun aber wesentliche Verbesserungen und Fortschritte in der Anordnung und in der Wirkung dieser Maschinen zu verzeichnen, so dass, wie schon gesagt, jede grössere galvanoplastische Anlage rationell nur mit Dynamobetrieb arbeitet, um damit besonders vom ökonomischen Standpunkte den ganzen Betrieb billiger zu gestalten, weil es damit nämlich möglich ist, die massenhaft ausrangirten alten unbrauchbaren Kupferdruckplatten besser zu verwerthen, als dies beim Betriebe mit Daniell's Trogapparat durch den Verkauf dieses Materiales an die k. k. Münze möglich war.

Auch diese Maschinen verdanken dem genialen Faraday ihr Fundament, welcher im Jahre 1832 entdeckte, dass der elektrische Strom ausserhalb eines Stromkreises, in einem anderen geschlossenen Leiter einen Strom von momentaner Dauer erzeugen kann, und zwar immer im Momente des Schliessens und Oeffnens. Faraday nannte diese Erregung eines elektrischen Stromes in einem anderen Leiter „Induction“. Die gleiche Wirkung erhält man nun beim Annähern und Entfernen eines Magneten an einen geschlossenen Leiter und nennt solche erregte Ströme dann Magneto-Induction.

Wenn man, wie die nebenstehende Fig. 1 veranschaulicht, den Südpol eines Magneten *NS* einem geschlossenen Leiter *L* nähert, so entsteht in ihm ein Inductionsstrom von entgegengesetzter Richtung; entfernt man dagegen den Pol von dem geschlossenen Leiter, so entsteht ein gleich gerichteter Strom. Denkt man sich den Magnetstab endlich beständig hin und her bewegt, wobei er sich dem Leiter abwechselnd nähert und von ihm entfernt, so werden im Leiter continuirlich Ströme von wechselnder Richtung entstehen, welche man Wechselströme nennt. Bringt man an der Maschine aber eine Vorrichtung an, durch welche die Ströme abgeleitet und zugleich stets in eine Richtung gelenkt werden, so müssen in Folge des Hin- und Herbewegens des Magneten gleichgerichtete constante Ströme entstehen.

Fig. 1.



Denkt man sich nun den Magneten durch einen Electromagneten ersetzt und der erzeugte Strom werde durch diesen Electromagneten hindurchgeleitet, so muss in Folge von remanentem Magnetismus des Eisens der Eisenkern des Electromagneten anfangs einen schwachen Strom erzeugen; dieser wird aber den Magnetismus des Electromagneten verstärken, es

werden daher stärkere Ströme erregt, welche wiederum den Magnetismus des Electromagneten vermehren, bis endlich ein der Dicke des Eisenkerns und der Zahl der Drahtwindungen entsprechendes Maximum der Inductionswirkung erreicht ist. Dies ist das Princip der dynamo-elektrischen Maschine.

Derlei Stromgeneratoren für electrolytische Zwecke existiren von Gramme, Siemens-Halske, Krötlinger und Schuckert; insbesondere die letztere Firma hat schon mehr als 900 derlei Maschinen verschiedener Grösse für galvanoplastische Zwecke in Betrieb, speciell in Wien bei der Firma Weidmann und in der Galvanoplastik der österreichischen Nationalbank seit 1879; seit 1883 wird die Galvanoplastik des k. bairischen topographischen Bureau zu München, seit März 1885 die Galvanoplastik des k. k. militär-geographischen Instituts und endlich seit Juni dieses Jahres auch die Galvanoplastik der k. k. Hof- und Staatsdruckerei mit einer solchen Maschine betrieben.

Man nennt Schuckert's Construction Flachring-Maschine. Fig. 2 versinnlicht im Gerippe gleichsam die Hauptheile einer solchen Maschine nebst der Art der Wickelung des Drahtes am Inductor und den Electromagneten.

AA_1 und BB_1 sind die anregenden Electromagnete, F der Flachring-Inductor. Der Eisenkern des Letzteren besteht aus magnetisch von einander isolirten Blechscheiben, um ein möglichst rasches Abnehmen und Verlieren des Magnetismus zu erleichtern.

Fig. 2.

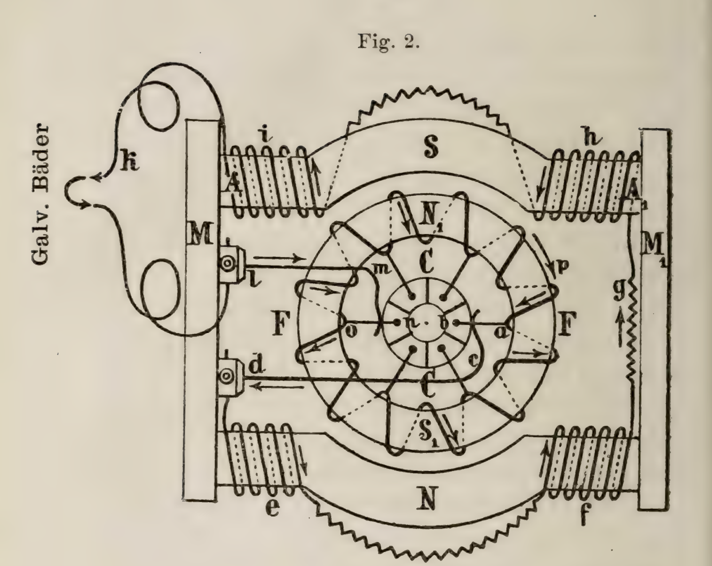


Fig. 3 zeigt die complete Einrichtung und das Aussehen einer solchen Maschine. Ueber den Kern des Inductors sind die einzelnen Inductionsspulen gewickelt und immer das Ende der einen Spule mit dem der Nachbarspule metallisch verbunden. Von dieser Verbindungsstelle führt dann die Leitung auf den Collector *CC.* Dieser letztere, auch Stromsammler genannt, hat ebenso viele Theile oder Sectoren, als der Flachring Spulen trägt, und ist die Verbindung der Drahtenden mit den Theilen des Collectors durch Verschraubung hergestellt. Diese Verbindungsweise hat den Vortheil, dass bei einem grösseren Betriebe nicht

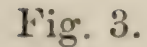


Fig. 3.

leicht eine Störung vorkommen kann, weil man jede einzelne Spule leicht auszuwechseln vermag. Die Strominduction wird durch die zwei vorerwähnten Electromagnete AA_1 und BB_1 bewirkt, deren Schenkel horizontal befestigt sind und deren Verbindungen durch die verticalen Eisenständer MM_1 der Maschine gebildet werden.

Je zwei einander zugekehrte gleichnamige Magnetpole erzeugen ein nord- und ein südmagnetisches Feld, durch welches der Ring, möglichst nahe an die lappenförmigen Verbindungen der Pole herantretend, durchrotirt. Das radschuhartige Umfassen des Ringes durch die an die Magnete angesetzten Pollappen führt

fast sämmtliche Drähte der Inductionswirkung der Magnete zu.

Schuckert lässt ferner zwischen den Pollappen der oberen Electromagnetschenkel und jenen der unteren einen ziemlich grossen Zwischenraum, um dadurch dem Eisenkerne im Ringe Zeit zu lassen, möglichst vollständig einmal in der einen und hierauf in der entgegengesetzten Art magnetisch zu werden. Die Zahl der Drahtwindungen auf dem Inductor und auf den Electromagneten ist eine geringe, der Durchmesser der Drähte ein grosser.

Wie die Erfahrung bei diesen Maschinen ergab, ist bei normaler Badbeschaffenheit und für einen sehr qualitätsmässigen Niederschlag des Kupfers für gewöhnliche galvanoplastische Niederschläge per Stunde und Quadratdecimeter Fläche Kathode 1·5 Gramm zu rechnen. Für eine Druckplatte, wo das Gefüge sehr feinkörnig homogen sein und sich in der Presse sehr elastisch verhalten muss, hat die Erfahrung gezeigt, dass bei der Stromarbeit von 150 bis 200 Ampère und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Volt electro-motorischer Kraft sich nur per Stunde und Quadratdecimeter Fläche 1 Gramm Niederschlag bildet.

Die electrolytischen Badgefässe sind aus säurefestem Steinzeug und so arrangirt, dass die Platten vertical eingehängt werden. Während der Niederschlagsarbeit muss man täglich die Platten wechseln und umkehren, da sie sonst in der tiefer gehängten Partie dicker, in der höher gelegenen Partie dünner im Kupferniederschlage anwachsen würden.

Die Installation des k. k. militär-geographischen Instituts hat, um die Dichte der Badflüssigkeit homogener zu gestalten, mechanische Rührvorrichtungen in den Bädern angebracht.

Die Schaltungen sind mit 20 Millimeter dicken Kupferstangen hergestellt, daher von möglichst geringem Stromverlust begleitet. Dabei ist die Anordnung derart getroffen, dass sechs Elektrodenpaare in die Zersetzungströge eingehängt sind und hintereinandergeschaltet je eine Gruppe bilden; drei solche Gruppen sind dann miteinander parallel verbunden und erhalten dann den entsprechenden Strom. An der negativen Elektrode sind die zu erzeugenden Druckplatten-Matrizen geschaltet, an der positiven Elektrode die alten ausrangirten und daher für den Druck cassirten Kupferdruckplatten zum Erhalten der Sättigung des Kupfersulfatbades.

Die durch die Electrolyse an der Anode auftretende Säuregruppe SO_4 löst eine entsprechende chemisch äquivalente Menge des Kupfers der Anode, doch ist die Lösung der Anodenkupferplatte bei diesem Processe niemals eine vollständige, sondern sie hinterlässt einen schlammartigen Rückstand, welcher mit der Zeit abfällt und sich am Boden des Gefässes sammelt.

Wie die Untersuchungen dieses Schlammes durch Hauptmann Baron Hübl im k. k. militär-geographischen Institut zeigten, besteht dieser Anodenrückstand aus mikroskopisch kleinen Kupferkrystallen, welchen die Eigenschaft zukommt, als negative Elektrode bei der

Electrolyse unverändert zu bleiben. Höchst wahrscheinlich, sagt Hauptmann Baron Hübl, befinden sich dieselben in einem Zustande von Passivität, welche durch eine unendlich dünne Schichte von Kupferoxydul bedingt wird. Doch zeigt die Anode nur dann diesen Rückstand, wenn selbe aus galvanischem Kupfer besteht, was mit der ganz eigenthümlichen krystallinischen Structur des electrolytischen Kupfers zusammenhängt. Aus gewalztem Kupfer hergestellte Anoden zeigen sehr wenig oder gar keinen solchen schlammigen Rückstand.

Natürlich ist dieser Schlamm für den Galvanoplastiker sehr unangenehm, weil er in bewegten Bädern eine Trübung derselben veranlasst, sich in dem fallenden Metallniederschlage einlagert und damit die Qualität des Niederschlags wesentlich schädigt. Wo man also nicht muss, wird man Anoden aus gewalztem Kupfer den Vorzug geben müssen.

Für einen qualitätsmässigen Niederschlag muss ferner die Stromarbeit eine ganz bestimmte sein, welche, da bei der Einschaltung und bei der Ausschaltung von Platten sich diese Verhältnisse ändern, mit einer in die Leitung geschalteten Widerstandssäule, welche aus Kupfer-, Messing- und Neusilber-Drahtspiralen zusammengesetzt ist und mittelst eines Hebels, welcher unten an die Contactknöpfe geschaltet werden kann, die Stromarbeit regulirt.

Um nun die Stromarbeit einer Installation mit Dynamobetrieb beurtheilen zu können, dient zum Messen der Potenzialdifferenz an den Polen der

Maschine das Voltmeter, ein Instrument, welches im Grunde nichts Anderes ist als ein Galvanometer mit grossem Widerstande, und welches durch seine Magnetnadel gleich an der daselbst empirisch angefertigten Scala die Wirkung in Volt anzeigt.

Ein zweites in die Leitung geschaltetes Instrument mit dickem Draht, daher von nahe Null Widerstand, bestimmt auf einer empirisch angefertigten Scala durch die Magnetnadel die Stromintensität in Ampère, es ist das Ampèremeter.

Der den Betrieb der Galvanoplastik leitende Beamte muss stets das Volt- und Ampèremeter, besonders wenn eine neue Schaltung im electrolytischen Bade gemacht wurde, im Auge behalten und mit Hilfe der Widerstandssäule oder des Regulators die Stromarbeit regeln.

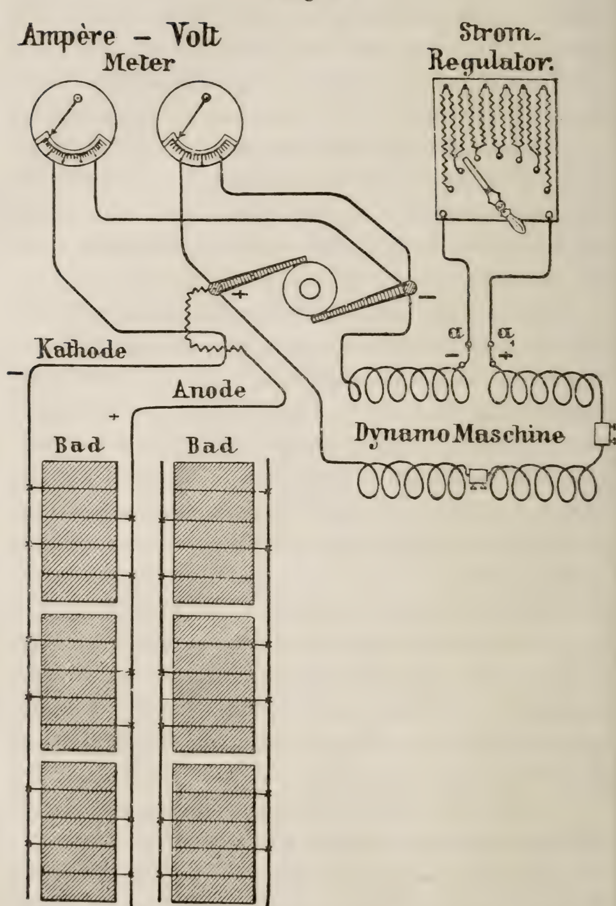
Die galvanischen Bäder sind selbstverständlich immer sorgfältig vor jeder Verunreinigung zu schützen, weil oft schon Spuren fremder Körper Störungen hervorrufen oder doch mindestens die Qualität des Kupfers bedeutend herabsetzen können.

Insbesondere muss vor jeder noch so geringen Verunreinigung durch organische Körper gewarnt werden, wie z. B. dies mit der Gelatine bei der Bildung des ersten Niederschlags vom Gelatine-Reliefbild der Fall sein kann.

Fig. 4 versinnlicht schematisch eine derlei mit Dynamomaschine installirte Galvanoplastik.

Ich will nun vor Allem die bei Weitem wichtigste Verwerthung der Electrolyse besprechen, wenn durch

Fig. 4.


Ampère – Volt
Meter
Strom-
Regulator.
Kathode
Anode
Bad
Bad
Dynamo Maschine
a
a
+
–

das niedergeschlagene Kupfer direct die Kupferdruckplatte erzeugt werden soll, das ist die Heliogravure als Photo-Galvanographie.

Specielle Anwendungen der Galvanoplastik für die graphischen Künste.

Die Heliogravure.

Ohne Zweifel ist das Verfahren der Heliogravure für die graphischen Künste von eminenter Bedeutung, denn sie besitzt alle die unschätzbaren Vortheile des Kupferstiches ohne dessen Nachtheile und wird seit 1872 im k. k. militär-geographischen Institute zu Wien ausschliesslich statt des Kupferstiches zur Herstellung der Druckplatten von grösseren permanenten Kartenwerken und sonstigen graphischen Reproductionen, insbesondere aber für Reproductions-Aufträge der Gesellschaft für vervielfältigende Kunst in Wien, wozu die Originalien alte Holzschnitte, Stiche, Radirungen, aber auch Zeichnungen in Bleistift, Feder, Kreide und Kohle, Aquarelle oder grau in grau gemalte Oelbilder, oder endlich Oelbilder in Farben sind, in Anwendung gebracht. In letzterem Falle muss natürlich nach dem heutigen Standpunkte der photographischen Technik eine ortho-chromatische Aufnahme gemacht werden, damit die Farben in ihrem natürlichen Helligkeitswerthe zum Ausdruck kommen.

Die Heliogravure wird für Strichzeichnungen und theilweise auch für gewisse Arten von Halbton

mittelst Pigmentdruck und Beihilfe der Galvanoplastik zu Stande gebracht und heisst dann kurzweg Heliogravure oder auch Photo-Galvanographie, oder aber bei Halbton nach Naturaufnahmen, wie Porträts, Landschaften etc. mittelst Aetzung, welches Verfahren dann den Namen Photogravure hat.

In den Rahmen meiner Auseinandersetzungen gehört nur das erstere Verfahren der sogenannten Photo-Galvanographie, welches daher im Nachfolgenden erörtert werden soll.

Das Originale muss für dieses Reproductionsverfahren sehr scharf sein und kann entweder eine recht sorgfältig mit schwarzer Tusche hergestellte Federzeichnung sein, oder aber auch ein scharfer, saftig schwarzer Abdruck nach irgend einer Manier. Man nimmt davon, auf $^4/_5$ oder $^3/_4$ reducirt, ein verkehrtes photographisches Glasnegativ, weil durch diese Reduction eine schärfere und zartere Wiedergabe des Originales möglich ist.

Zunächst benöthigt man zu diesem Verfahren das Pigment-Gelatinepapier, welches man erhält, indem man auf einem Bogen guten photographischen Papieres (gut geleimtes Papier), welches vorher auf einer horizontal gestellten Spiegelglastafel ausgebreitet wurde, einen entsprechend dicken und gleichmässigen Aufguss der Pigment-Gelatinelösung macht.

Diese besteht aus Gelatine in Wasser gelöst, welcher Lösung dann nacheinander Zucker, Gasruss, Alkohol, Ammoniak und Creosot zugesetzt werden. So-

bald die aufgegossene Masse gestockt ist, werden die so hergestellten Pigmentbogen zum Trocknen auf Bindfadenrahmen in Stellagen eingelegt und nach zwei bis vier Tagen an einem trockenen Orte aufbewahrt.

Die Menge des in die Gelatinemischung zu gebenden Pigmentes hängt von dem Charakter des zu reproducirenden Originales ab und ist für 1 Theil Gelatine das Maximum $^1/_{20}$ Theil Pigment und das Minimum $^1/_{40}$ Theil, ersteres für zarte, feine, in Strich gehaltene Originale, letztere für das Gegentheil.

Für den Gebrauch werden dann die so vorbereiteten Pigmentpapiere erst in einem Bade von doppelt chromsaurem Kali 1 : 15 im Dunkelzimmer lichtempfindlich gemacht. Nach diesem etwa fünf Minuten andauernden Bade kommt der Papierbogen auf eine sorgfältig gereinigte Spiegelglastafel mit der Pigmentfläche nach unten aufzulegen und möglichst schnell zu trocknen, was am besten durch einen mittelst Dampf- oder Gaskraft in Thätigkeit gesetzten Ventilator geschieht, wodurch in zwei, höchstens vier Stunden die vollständige Trocknung erreicht ist. Der Bogen wird erst unmittelbar vor der Benützung von der Spiegelglasplatte abgenommen.

Die Exposition und Belichtung unter dem verkehrten Glasnegative erfolgt in einem gewöhnlichen photographischen Copirrahmen, die Beurtheilung der richtigen Zeit der Lichteinwirkung mit Vogel's Photometer. Für kräftige Strichoriginale werden 18 bis 20 Grade copirt, bei sehr feinen Zeichnungen genügen

12 bis 15 Grade. Die Expositionsdauer beträgt bei klarem Lichte drei bis vier, bei Nebel bis zwölf Stunden und darüber, so dass manchmal auch bis zu zwei Tage nacheinander exponirt werden muss, um dann bei der Entwicklung ein entsprechendes Reliefbild zu erhalten.

Im Allgemeinen beruht nun die Entwicklung des Bildes auf dem Verhalten einer Mischung von Gelatine mit Farbstoff, also im vorliegenden Falle Russ und doppelt chromsaurem Kali gegen das Licht, indem die vom Lichte getroffene Gelatine in warmem Wasser unlöslich ist, die vom Lichte aber nicht getroffene löslich bleibt, wodurch auf der Unterlage, das ist am Papierbogen ein positives Bild des Originals entsteht.

Nach beendeter Copirung wird in dem dunkel gehaltenen Entwicklungslocale der belichtete Pigmentbogen auf eine versilberte Kupferplatte unter kaltem Wasser übertragen, und zwar mit der Bildfläche nach unten auf die nach oben stehende Metallfläche. Die Platte kommt dann aus dem Bade, der Papierbogen wird mit einem Reiber glatt gestrichen und mit Saugpapier abgetrocknet. Nach circa fünf Minuten freien Liegenlassens kommt die Platte nochmals in ein reines kaltes Wasserbad, um das doppelt chromsaure Kali aus den nicht belichteten Theilen zu entfernen und das Papier überhaupt zu erweichen.

Nach einer halben Stunde wird die Platte wieder herausgehoben, abgespritzt und nun zur Bildentwicklung in die Warmbäder von circa 30 bis 35 Grad R.

gebracht, um darin die Lösung der nicht belichteten Gelatinemasse zu bewirken, das heisst das Gelatine-Reliefbild auf der versilberten Kupferplatte zu entwickeln. — Nach kurzer Zeit dringt das Wasser durch alle Poren des Papieres und das Hervordringen von gelöster schwarzer Gelatine zeigt den fortschreitenden Lösungsprocess an. Nach circa einer halben Stunde ist die Lösung der Gelatinemassen so weit vorgeschritten, dass entweder das Papier abgelöst auf dem Bade schwimmt oder sich leicht abziehen lässt. Letzteres hat natürlich mit grösster Vorsicht zu geschehen, um das entstandene Reliefbild nicht zu verletzen.

Nach weiteren zehn bis fünfzehn Minuten ist die übrige Gelatinemasse von der Platte getrennt und das Reliefbild tritt nun auf der versilberten Kupferplatte in Gestalt der Originalzeichnung nach und nach klar hervor. Die weitere Entwicklung geschieht dann in anderen Behältern mit warmem destillirten Wasser so lange, bis alle noch übrig gebliebenen Verschleierungen, Ton, Unreinigkeiten etc. sich aus den Zwischenräumen des Reliefs entfernen, das Planium aber möglichst rein ist und das Bild sich scharf von demselben abhebt. Zum Schluss wird die Platte mit kaltem destillirten Wasser gut abgespült und dann das Reliefbild trocknen gelassen.

Das Bild ist in circa zehn bis zwölf Stunden vollständig getrocknet, haftet sehr fest auf der versilberten Kupferplatte und ist stahlhart.

Nun wird das getrocknete Reliefbild oberflächlich elektrisch leitend gemacht, zu welchem Zwecke mit Tampon (mit Handschuhleder überzogen) und weicher Bürste fein zerriebener Graphit aufgetragen und möglichst gleichmässig am Bilde vertheilt wird.

Nach dem Graphitiren wird die Reliefplatte entweder in den Daniell'schen Trogapparat an der Kathode mit der Leitungsrahme etwa sieben Centimeter über dem Boden geschaltet, um den Druck der Flüssigkeitssäule auf das Relief zu mässigen, der Stromcontact geschlossen und der Kupferniederschlag dadurch beschleunigt, dass man als Anode eine Zinkplatte verwendet, damit das heliographische Gelatinerelief nicht durch die freie Säure der Badeflüssigkeit angegriffen und theilweise zerstört werde. Dabei ist die am Diaphragma aufgegossene Schwefelsäure im Verhältnisse 1 : 60 hergestellt. Nach etwa Dreiviertel- bis einer Stunde wird die Zinkplatte mit einer Eisenplatte gewechselt, welche dann in einem Säuregemisch von 1 : 27 steht.

Die Reliefplatte bleibt hierauf 20 bis 24 Tage, das heisst bis der Kupferniederschlag die genügende Dicke hat, im Apparate. Nach dieser Zeit kommt die Platte aus dem Bade, wird mit Wasser abgespült, getrocknet, hierauf die Ränder angefeilt und die Platten auseinander genommen. Man legt dann beide Platten in bereitstehendes Wasser, um sie abzuwaschen; die in der Tiefe der so erhaltenen Druckplatte sitzenden Gelatine-Reliefpartien werden entfernt.

Wenn das Planium des heliographischen Gelatinereliefs tonfrei und rein war, so ist die davon erhaltene Tiefplatte ebenfalls glatt, blank und auch druckfähig. Matte Flecke sind leicht zu beseitigen; man überwischt diese Stellen mit Flanell, welcher mit Oel- und Schleifsteinschliff befeuchtet wurde. Ton und etwaige Unreinigkeiten im Niederschlage des Kupfers entfernt man durch Schaben und Poliren.

Ein von dieser Platte genommener Abdruck zeigt die etwaigen Mängel. Das Fehlende, insbesondere die feinen zarten Striche werden mit der kalten Nadel ergänzt, die stärkeren Tonabstufungen sind, wenn die Zeichnung und das Negativ entsprechend gut waren, in der Regel tadellos, nur in den Effectstellen ist zuweilen mit dem Grabstichel nachzuhelfen und die Mitteltöne können, wenn sie zu stark sind, mit dem Polirstahl und Schaber mit wenig Mühe auf die gehörige Tonstärke gebracht werden.

Die Heliogravure druckt anfangs immer etwas rauh, der Strich wird erst nach einigen Abdrücken glatt und scharf; man darf sich deshalb von dem ersten Eindrucke nicht irreleiten lassen, sondern erst nach mehreren Abdrücken urtheilen und dann erst die nöthige Retouche der Platte vornehmen. Ein geschickter Kupferstecher kommt damit sehr bald zu Stande und die Druckplatte ist somit in kurzer Zeit fertiggestellt.

Was die Leistungsfähigkeit der Heliogravure anbelangt, so muss vor Allem bemerkt werden, dass die

heliographische Reproduction die Originalzeichnung vollkommen getreu wiedergibt und dass somit auf der Platte nur die Mängel des Originales und nicht oder selten jene der heliographischen Reproduction einer Nachbesserung oder Retouche bedürfen, weil das Gelatinerelief so lange eventuell neu copirt und auf die versilberte Kupferplatte übertragen wird, bis es getrocknet jene Qualität zeigt, dass die galvanische Copie davon gut ausfällt und den gestellten Anforderungen an die Druckplatte entspricht.

Obwohl im Allgemeinen eine Tuschzeichnung auf Papier nicht jene Schärfe besitzt wie der Abdruck von einer Kupferstichplatte, so gibt es doch einzelne hervorragende Zeichner, deren Product, welches die Reproduction der Heliogravure liefert, einem Kupferstich nicht nachsteht, an Weichheit der Darstellung denselben aber häufig übertrifft.

Was das Verhältniss des Zeit- und Kostenaufwandes zwischen dem Kupferstich und der heliographischen Reproduction anbelangt, so ist in Kürze skizzirt die Thatsache folgende:

Der Kupferstecher bedarf zur Reproduction mittelst Stich auch einer Originalzeichnung als Vorlage, nur dass sie weniger sorgfältig und schön, als vielmehr nur richtig im Charakter ausgeführt zu sein braucht. Der Zeit- und Kostenpunkt stellt sich damit bei derselben um circa Einhalb bis Eindrittel geringer als bei jener Vorlage, welche für die heliographische Reproduction gefordert wird, weil diese nicht nur correct,

sondern auch mit möglichster Schärfe und Reinheit gezeichnet sein muss.

Wenn ich, um die Angelegenheit ziffermässig zu präcisiren, das Beispiel der Herstellung einer Kupferdruckplatte für die neue Specialkarte der Monarchie im Masse 1 : 75.000 nehme und vorführe, so sind die Kosten für den Kupferstich eines solchen Blattes, welches 53 Centimeter Höhe und 63 Centimeter Breite hat, im Durchschnitte folgende:

Herstellung der Originalzeichnung in circa vier Monaten im Kostenbetrage von	400 fl.
Stich der Schrift und des Gerippes in drei Monaten mit	350 „
Stich für das Terrain in Schraffen in 26 Monaten mit	2450 „
Zusammen	3200 fl.

was somit je nach der Beschaffenheit des Terraincharakters vom Blatte einen Zeitaufwand von $2^3/_4$ Jahren mit einem Kostenaufwande von rund 3200 Gulden ausmacht.

Die Heliogravure dagegen bedarf einer scharfen und mit der grössten Präcision ausgeführten Zeichnung, deren Herstellung nach den hierüber im k. k. militär-geographischen Institute gemachten Erfahrungen mit Blättern, welche ausschliesslich Hoch- und Mittelgebirge enthalten, im Durchschnitt ein Jahr beansprucht, im Kostenbetrage von rund 1400 Gulden.

Die heliographische Reproduction der Originalzeichnung jedoch bedarf sammt der galvanischen Herstellung der Druckplatte eine Zeit von höchstens vier

Wochen mit einer Materialauslage von etwa 50 Gulden, wozu noch die nach der Qualität des Originales etwa vorzunehmende Retouche von 8 bis 90 Tagen mit einem Kostenaufwande von 20 bis 300 Gulden erforderlich sind; also an Gesammtarbeitszeit 12 bis 16 Monate mit einem Kostenaufwande von 1270 bis 1750 Gulden. Es werden also nicht nur Kosten erspart, sondern, was weit wichtiger, sehr bedeutend an Zeit.

Nur auf diese Weise ist es erklärlich, dass das k. k. militär-geographische Institut seit der thatsächlichen Ausübung dieses Verfahrens mit dem Jahre 1872 bis heute mehr wie 3000 Druckplatten, theils von Kartenwerken, theils von anderen Originalien, hergestellt hat.

Die Resultate dieses Verfahrens, in Reproductionen verschiedenen Charakters bestehend, von der Bleistiftzeichnung angefangen bis zum Oelgemälde, habe ich zur Ansicht und Beurtheilung den verehrten Anwesenden hier in einer reichhaltigen Exposition die Ehre vorzuzeigen, welche gewiss in jeder Beziehung sehr befriedigen wird. Ich lenke nur als hervorragend interessant die Aufmerksamkeit auf die Reproduction der Kohlezeichnungen von Professor Mařak, die Facsimile-Reproduction von Skizzen des Malers Richter etc. etc.

Ehe nun von der vollkommen druckreif hergestellten heliographischen Druckplatte die Auflage zu drucken begonnen wird, nimmt man von der Tiefdruckplatte galvanoplastisch eine Hochplatte als Depotplatte ab. Das Gleiche geschieht, wenn es der Grösse

der Auflage wegen als nöthig befunden wird, auch von einer durch Stich, Radirung oder in sonstiger Weise erzeugten Tiefdruckplatte. Ist dann im Verlaufe der Zeit eine oder die andere Druckplatte durch den oftmaligen Gebrauch sehr abgenützt, woran besonders das scharfe Wischen der Farbe auf der Platte die Ursache ist, so fertigt man auf galvanoplastischem Wege von der als Mutterplatte deponirten Hochplatte eine Copie, das heisst eine neue Tiefdruckplatte an.

Für eine solche Copirung wird die Platte gut gereinigt, mit einer Lösung von Cyansilber in Cyankalium, welcher fein gepulverte Kreide zugemischt wurde, oberflächlich gut eingerieben, wodurch die ganze Oberfläche mit einer zarten Silberschichte als Trennungsschichte sich bedeckt, und dann nochmals mit reinem Wasser gut abgespült und in das Kupferbad gehängt. Die Copirung ist für eine Hochplatte schon in 8 bis 14 Tagen, bei einer Tiefplatte aber erst in 18 bis 24 Tagen fertiggestellt, je nachdem die Stromquelle der Daniell'sche Trogapparat oder eine Dynamo ist. Damit sich an der Rückseite der zu copirenden Platte kein Kupfer niederschlägt, muss dieselbe vor dem Einhängen ins Bad mit Firniss und Asphaltlösung bestrichen werden.

Ich will bei dieser Gelegenheit eine nicht uninteressante Neuerung erwähnen, welche Hauptmann Baron Hübl im geographischen Institute bezüglich der Herstellung einer Trennungsschichte beim Copiren einführte.

Als nämlich den zur Electrolyse nothwendigen Strom eine Dynamo lieferte, stellte es sich heraus, dass die Versilberung der zu copirenden Platte keinen genügenden Schutz gegen das Anwachsen mehr bietet. Das Trennen geht gewöhnlich so schwer vor sich, dass oft eine Deformation der Platte unvermeidlich war.

Die Ursache dieser Erscheinung, meint Hauptmann Baron Hübl, dürfte vielleicht darin zu suchen sein, dass selbst nach dem Abspülen der versilberten Platte doch noch Spuren von Silberlösung in deren Oberfläche zurückbleiben. Bringt man die Platte nun in die Zersetzungszelle, so werden im ersten Augenblicke Silber und Kupfer gleichzeitig ausgeschieden und die beiden Kupferplatten erscheinen durch eine Silberschichte gleichsam gelöthet.

Im Daniell'schen Trogapparate verstrich dagegen eine gewisse Zeit zwischen dem Einlegen der Platte und dem Beginn der Electrolyse; es muss zunächst das Diaphragma eingesetzt und beschickt werden, während welcher, wenn auch nur kurzen Zeit das Cyansilber durch die Kupferlösung eine Zersetzung erfuhr und ein Zusammenlöthen nicht mehr stattfinden kann.

Baron Hübl hat das von G. Mathiot angegebene Verfahren des Jodirens der versilberten Platte eingeführt und geht hiezu in folgender Weise vor: Ein Quantum Wasser wird mit so viel alkoholischer Jodlösung versetzt, bis die Farbe weingelb erscheint. Mit dieser Lösung wird nun die vorher gut abgespülte, gesilberte Platte übergossen und ein bis zwei Minuten

einwirken gelassen. Man spült dann mit reinem Wasser sorgfältig ab und behält dann die Platte zur Copirung.

Die Wirkung der Jodlösung ist dabei eine doppelte: einerseits wird die etwa noch vorhandene Cyansilberlösung unter Bildung von Jodsilber zerstört, andererseits auch die oberste Schichte der Versilberung in Jodsilber verwandelt.

Beim Betriebe der Galvanoplastik mit Dynamo in der k. k. Hof- und Staatsdruckerei ist bis jetzt zum Copiren die Platte nur versilbert worden und keinerlei Malheur des Zusammenwachsens von Platte und Niederschlag zu verzeichnen; jedenfalls bleibt aber das vorhergehend angegebene Präservativ ein sehr schätzenswerthes Vorbeugungsmittel.

Ist die Platte nach der Copirung aus dem Bade genommen, so spült man sie mit Wasser ab, lässt trocknen und braucht dann nur die Ränder der Platte aufzufeilen, um die Copie von der Matrize zu trennen.

Die Verstählung einer Kupferdruckplatte.

Bei solchen Druckplatten, welche im Laufe der Zeit keinen Correcturen unterliegen, wie dies z. B. bei Druckplatten von Kunstgegenständen der Fall ist, da ist das in dem Vorhergehenden gesagte höchst wichtige Auskunftsmittel der galvanoplastischen Vervielfältigung einer Kupferplatte durch ein nicht minder wirksames, aber viel weniger umständliches Verfahren

theilweise ersetzt, nämlich durch die Verstählung der Druckplatte.

Nach kurzer Zeit der electrolytischen Wirkung des galvanischen Stromes bedeckt sich die in einer gesättigten Eisenchlorürlösung hängende Kupferdruckplatte, an die Kathode geschaltet, mit einem zarten, hellglänzenden Eisenhäutchen, welches Stahlhärte besitzt und so dünn ist, dass Abdrücke von der nackten und der verstählten Druckplatte durchaus keinen Unterschied wahrnehmen lassen. Sie zeigt aber durch diesen Eisenüberzug eine solche Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung des Druckes beim Wischen der Farbe, dass von einer derartig geschützten Druckplatte viele tausend Abzüge genommen werden können.

Die Vortheile des Verfahrens der Verstählung einer Kupferdruckplatte erstrecken sich aber noch viel weiter dadurch, dass man das Stahlhäutchen beliebige Male erneuern kann, sobald es Anfänge der Abnützung zeigt. Man legt dann die Platte einfach in eine ganz schwache Schwefelsäure oder Salpetersäure, welche dem Kupfer nichts anhaben kann; der Eisenniederschlag verschwindet sofort, man wäscht die Platte mit reinem Wasser ab und die Verstählung kann erneuert werden.

Die entsprechendste Eisensalzlösung zum Verstählen bereitet sich der galvanische Strom selbst. Man stellt zu diesem Zwecke in die Lösung von einem Gewichtstheil Salmiak mit zehn Gewichtstheilen Wasser sowohl als Anode wie als Kathode je eine Eisenplatte

ein, schliesst den Strom und lässt die Electrolyse beginnen, wodurch in Folge der Stromwirkung das Chlor des Salmiaks an das Eisen der Anode tritt und mit demselben Eisenchlorür ($Fe\,Cl_2$) bildet, welches in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Sobald dann nach $1^1/_2$ bis 2 Tagen die Badflüssigkeit grünlich und an der Oberfläche, wo sie mit der Luft in Berührung steht, von dem entstandenen Oxydhydrat röthlich geworden, an der Kathode aber ein Metallspiegel auftritt, so ist die Flüssigkeit mit dem Eisenelectrolyten gesättigt. Man hängt nun behufs Durchführung der Verstählung an Stelle der Kathoden-Eisenplatte die zu verstählende Druckplatte.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die einzuhängende Kupferplatte vollkommen rein und namentlich von allem Fett frei sein muss. Die Platte wird daher vorher in Aetzlauge gewaschen, mit Pottaschenlösung ausgekocht, mit Wasser abgespült, darauf in sehr verdünnte Schwefelsäure getaucht, wieder mit Wasser gut abgespült und endlich an die Kathode in das Eisenbad geschaltet. Nach dem Herausnehmen der Platte aus dem Eisenbade, was nach vier bis fünf Minuten geschieht, wäscht man sie schnell mit Wasser ab, übergiesst sie hierauf mit Sodalösung, trocknet sie mit einem weichen Tuche ab, reibt sie mit etwas Oel ein, um damit den oxydirenden Einfluss der Luft abzuhalten, und behandelt sie im Uebrigen nun ganz wie eine gestochene Stahlplatte.

Vernickeln.

Scamoni in St. Petersburg erzeugt dadurch beim Copiren von einer Hochplatte sehr widerstandsfähige Druckplatten, dass er beim Copiren der neuen Tiefplatte auf der versilberten Hochplatte zunächst durch drei bis vier Tage eine papierdicke Nickelschichte niederschlägt und nach dem Herausnehmen schnell mit reinem Wasser abspült, die Platte für den weiteren Metallniederschlag in ein Kupferbad hängt und durch Anwachsenlassen von Kupfer auf die für eine Druckplatte nöthige Stärke bringt.

Das Nickelbad besteht aus: 5 Gewichtstheilen Nickelsulfat in 45 Gewichtstheilen Brunnenwasser gelöst und 1 bis $1^1/_2$ Gewichtstheile Salmiak oder Chlorammonium hinzugefügt.

Das Vernickeln hat sich insbesondere für den Druck von Werth- und Creditpapieren erspriesslich gezeigt, weil die verstählte Druckplatte z. B. circa 10.000 bis 15.000 tadellose Abdrücke liefert, eine vernickelte dagegen 40.000, ja selbst in einzelnen Fällen 60.000.

Verkupfern einer Zinkdruckplatte.

Zinkdruckplatten oxydiren sehr leicht und lassen sich während des Druckes überhaupt nur sehr schwer rein halten, geben daher verschmutzte und tonig aussehende Abdrücke. Um dies zu verhindern, werden solche Druckplatten verkupfert und dann oben darauf, eventuell wenn erspriesslich, noch verstählt.

Diese Nothwendigkeit tritt beispielsweise bei dem sehr netten modernen Verfahren der Reproduction mittelst der Photo-Chemigraphie in dünnen Zinkplatten ein.

Dieser Process wurde im k. k. militär-geographischen Institute vom Vorstande der Photographie-Abtheilung, E. Mariot, ersonnen.

Beim Verfahren der Photo-Chemigraphie wird eine fein geschliffene Metallplatte, z. B. der Billigkeit wegen eine dünne Zinkplatte, mit einer Mischung von Gummi arabicum, Wasser, Traubenzucker, doppelt chromsaurem Kali und ein paar Tropfen Ammoniak in gleichmässig zarter Schichte überzogen und dann nach dem Trocknen im Dunkelzimmer unter einem Glaspositiv in der Copirrahme eingelegt und am Tageslichte exponirt.

Nach der Exposition wird die Zinkplatte in der Dunkelkammer im Aetztroge mit einer concentrirten Lösung von Eisenchlorid Cl_3 Fe übergossen, wodurch die Aetze zunächst die stärkeren Striche der Zeichnung, wo das Licht auf die Präparatur nicht eingewirkt hat, durchdringt, das Metall angreift und das Bild tief in die Platte einätzt, später aber erst die dünnen und die zarten Partien der Zeichnung in diesem Sinne hervorbringt. Die Aetzung und gleichsame Entwicklung des Bildes dauert nicht länger als fünf Minuten, worauf die Platte, durch Bürsten und Abwaschen gut gereinigt, sofort druckreif ist.

Um nun die Widerstandsfähigkeit einer solchen Zinkdruckplatte grösser zu gestalten und den Druck

davon leichter und reiner zu ermöglichen, wird sie leicht verkupfert und eventuell dann noch die Verkupferung verstählt.

Diese Verkupferung einer Zinkplatte kann aber nicht durch Electrolyse des Kupfervitriols erhalten werden, weil die freie Schwefelsäure des Bades das Zink selbst angreifen würde, sondern durch Electrolyse des Kupfercyanür Cu Cy.

Setzt man zu einer Kupfersulfatlösung Cyankalium im Ueberschuss zu, um den anfänglich gebildeten Niederschlag zu lösen, so erhält man den zweckentsprechenden Kupferelectrolyten Cu Cy. — Man setzt dann noch schwefligsaures Natron und Ammoniak zu, um die gebildete giftige Blausäure zu binden.

Zu diesem Zwecke löst man: 140 Gramm Kupfervitriol in 840 Gramm Wasser und 140 bis 200 Gramm Cyankalium in 1000 Gramm Wasser mit Zusatz von schwefligsaurem Natron und Ammoniak und mischt.

Die zu verkupfernde Zinkplatte kommt nun an die Kathode im Bade zu schalten, wodurch in fünf bis acht Minuten die Platte solid verkupfert ist.

Vermessingen von Stereotypien.

Stereotypplatten werden bedeutend widerstandsfähiger gegen die Abnützung durch den Druck, wenn dieselben galvanisch mit Messing überzogen werden.

Das electrolytische Bad hiezu besteht aus: 1 Gewichtstheil Cyankalium, 1 Gewichtstheil kohlensaurem

Ammoniak und 8 Gewichtstheilen Wasser; zunächst wird an die Anode eine Kupferplatte geschaltet, als Kathode eine beliebige Platte, und nun lässt man den Strom passiren. Es löst sich zunächst das Kupfer in der Cyankaliumlösung auf, und wenn die Lösung hiemit gesättigt ist, wird an der Kathode Kupfer ausgeschieden. Nun ersetzt man die Kupferanode durch eine Zinkplatte und lässt letztere so lange unter Einwirkung des Stromes, bis auf der Kathode Messing ausgeschieden wird, was sofort an der Farbe des Niederschlages zu erkennen ist. Das Messingbad ist damit hergestellt.

Das Bad ist während der Arbeit erwärmt zu halten; den schönsten, gleichmässigsten und raschesten Niederschlag erzielt man bei einer Temperatur von 30 bis 40 Grad Celsius. Die Erwärmung des Bades geschieht am leichtesten mittelst Gasflammen, welche unter dem Badkessel angebracht werden. Aus diesem Grunde nehme man als Behälter des Bades einen eisernen Kessel, dessen innere Wände mit starkem Zinkblech ausgefüttert sind.

Als Anode wird in der Regel eine Messingplatte verwendet. Wird jedoch die Farbe des Niederschlages zu roth, so nimmt man statt der Messingplatte eine Zinkplatte, wird der Niederschlag aber zu grau, so verwende man eine Kupferplatte so lange, bis der Niederschlag wieder schön gelb gefärbt ist.

Für den Messingüberzug der Stereotype genügt bei richtiger Stromstärke und Erwärmung in der Regel ein Zeitraum von 5 bis 10 Minuten, mit kaltem Bade

ist jedoch ein Zeitraum von 30 bis 40 Minuten erforderlich.

Nach dem Herausnehmen aus dem Bade spült man die Stereotype reichlich mit Wasser ab und trocknet dann mit Sägespänen. Dadurch verhütet man ein Fleckigwerden der Flächen, besonders dann, wenn es poröse Stereotypplatten gewesen sind.

Beim Arbeiten mit dem Messingbad beobachte man stets die Vorsicht, dasselbe gut verdeckt zu halten, weil die ausströmenden Gase giftig sind.

Die Galvanokaustik.

Das Verfahren des galvanischen Aetzens, Galvanokaustik genannt, beruht darauf, dass der an der Anode auftretende electronegative Bestandtheil des Electrolyten, z. B. der Säurerest des Salzes, der Sauerstoff des Wassers, das Chlor einer Chlorverbindung, die Anode chemisch angreift, sich mit ihr zu einer löslichen Verbindung formirt und dadurch die Electrode selbst geätzt erscheint.

Bei diesem Aetzverfahren eines Bildes in die Druckplatte entwickeln sich keine irrespirablen Gase, die Wirkung ist eine viel gleichmässigere und kann die Dauer der Aetzung je nach Beschaffenheit des Electrodenmateriales durch die Stromstärke zweckentsprechend geregelt werden.

Um mittelst dieses Verfahrens eine Reproduction durchzuführen, verfertigt man sich vom Originale ein

Diapositiv, belichtet unter diesem Chrom-Gelatinepapier, schwärzt dann in der Dunkelkammer ein, übergiesst mit verdünntem Aetzgrund und entwickelt. Das gewonnene negative Bild wird nun auf eine Metallplatte, z. B. Kupfer, umgedruckt, wodurch die Zeichnung metallisch blank auf der Platte erscheint, die übrige Fläche aber Deckgrund trägt, welcher der Aetze widersteht. Hängt man die so vorbereitete Metallplatte an die Anode einer Zersetzungszelle, in welcher ein Kupferbad steht, so geht nach Schliessung des elektrischen Stromes an der Anode das freiliegende Kupfermetall der Bildplatte successive mit dem electrolytisch freigewordenen Säurerest SO_4 in Verbindung und das Bild ätzt sich tief in die Platte ein; es entsteht eine tief gravirte Druckplatte.

Die Herstellung einer glatten Kupferplatte.

Für viele Fälle hat man auch glatte Platten für den Original-Kupferstich mittelst der Electrolyse, respective der Galvanoplastik hergestellt und von der Verwendung einer gewalzten Stichplatte abgesehen, weil die letzteren ohne Zweifel den Nachtheil haben, dass das Metall zuweilen nicht vollkommen homogen ist und namentlich, dass sich manchmal kleine Bläschen im Innern derselben finden. Eine einzige derartige Stelle könnte, wenn sie zu spät entdeckt würde, einen ganzen kostbaren Stich verderben und unbrauchbar machen.

Auch im k. k. militär-geographischen Institute wurden seinerzeit, als noch ausschliesslich die Kartenwerke in Kupfer gestochen wurden, mit Hilfe der Galvanoplastik und Anwendung einer zwölfelementigen Zink-Silber-Batterie, System Smee, glatte Kupferplatten hergestellt.

Gegenwärtig geschieht dies nur mehr für die Patrizenplatte der Heliogravure, welche auf ihrer versilberten Oberfläche das Gelatinerelief aufzunehmen hat.

Die Batterie stand unter einem Glaskasten geschützt, ausserhalb desselben stand der mit der Batterie leitend verbundene Trog mit der Kupfersulfatlösung, in welcher an der Anode eine nicht mehr druckfähige, ausrangirte Kupferdruckplatte angebracht ist, welche sich bei Schluss des elektrischen Stromes und Beginn seiner Wirkung in schwefelsaures Kupferoxyd umwandelt, und von der Kathode, an welcher eine eben geschliffene versilberte Platte geschaltet ist, im selben Masse wieder Kupfer abscheidet und damit eine tadellose glatte Kupferplatte herstellt. Ein in die Leitung geschaltetes Galvanometer zeigt stets die entsprechende Stromstärke an, um damit die richtige Qualität des Kupferniederschlags zu erhalten.

Heute werden solche Platten natürlich mit Hilfe der Stromwirkung einer Dynamo hergestellt, wo solche in Verwendung stehen.

Beide diese Verfahren streben auch die directe Herstellung einer Druckplatte an.

Die Galvanographie und die Stilographie.

Bei der Galvanographie wird auf einer versilberten Kupferplatte mit dem Pinsel eine aus Ocker und Leinöl bestehende Farbe in Tuschmanier aufgetragen und hat nur der Künstler die Farbe um so dicker und rauher aufzutragen, je schwärzer im Druck die Stelle erscheinen soll. Nach dem Trocknen der aufgetragenen Farbe wird die Platte durch sorgfältiges und reines Auftragen von Graphit, wie es bei dem Verfahren der Photo-Galvanographie auch für das Gelatine-Reliefbild angegeben wurde, elektrisch leitend gemacht und durch Niederschlagen von Kupfer auf dieses Bild unmittelbar die Tiefdruckplatte hergestellt.

Die Stilographie benützt eine aus 1 Theil Stearin und 2 Theilen Schellack hergestellte, durch genügenden Zusatz von Kienruss in die Masse schwarz gefärbte Platte und wird zum Schluss obenauf mit Firniss bestrichen und mit Silberpulver eingestaubt. Hierauf wird mit dem Griffel die Zeichnung in die Platte radirt. Alle Theile, welche seinerzeit beim Druck schwarz erscheinen sollen, sind vertieft, die weisse Silberschichte an diesen Stellen entfernt und die Zeichnung sieht schwarz durch.

Nach vollendeter Radirung wird die Platte wieder mittelst Graphit elektrisch leitend gemacht, in das galvanische Kupferbad an die Kathode geschaltet, nun aber zuerst davon eine Hochplatte erhalten und von dieser durch eine zweite Copirung die Tiefdruckplatte hergestellt.

Während die Galvanographie Abdrücke im Charakter einer Tuschzeichnung liefert, gibt die Stilographie Druckresultate im Charakter einer Radirung.

Der Naturselbstdruck.

Ehe ich zur Besprechung dieses Gegenstandes übergehe, erlaube ich mir an dieser Stelle eine, auf ein Mitglied des Vereines, in dem ich hier vortrage, d. i. den Herrn erzherzoglich Albrechtischen Cassa-Revidenten E. Fink, bezügliche, den Naturselbstdruck berührende Reminiscenz einzuflechten. — Der Vater des genannten Herrn hat sich nämlich Ende der Vierziger- und Anfangs der Fünfzigerjahre mit grosser Liebe mit dem Naturselbstdrucke auf Stein beschäftigt und lege ich diese Resultate aus dem Jahre 1850/51 auch hier vor. Es war im Herbste 1851, als Fink senior sich mit diesen seinen Druckresultaten zu dem damaligen Director der k. k. Hof- und Staatsdruckerei Regierungsrath Auer begab und selbe dortselbst sammt genauer Angabe des Vorganges bei deren Herstellung vorlegte. Fink hörte weiter nichts, als dass dann zwei Jahre später der Naturselbstdruck in Metall, von Auer erfunden, so grosses Aufsehen machte und bei der Darstellung der ganzen Sache in allen Publicationen, die Auer hierüber veröffentlichte, das anregende Moment, welches doch unzweifelhaft von Herrn Fink senior ausging, mit keinem Worte erwähnt wird.

Der Naturselbstdruck, wie ihn Auer ausübte oder besser gesagt die k. k. Hof- und Staatsdruckerei, liefert Druckplatten für den Buch- und Kupferdruck zur Vervielfältigung von Naturbildern der Pflanzen, von Geweben und dergleichen, zu welchen diese selbst die Originale bilden, bei Pflanzentheilen natürlich im getrockneten Zustande. Man nimmt zu diesem Zwecke von den genannten Originalien in Guttapercha oder in Blei einen Abdruck und von dieser Matrize wird, nachdem sie elektrisch leitend gemacht, eine Druckplatte galvanoplastisch hergestellt.

Soll z. B. eine Naturselbstdruckplatte von Spitzen oder von einem Pflanzenblatte gemacht werden, so klebt man die Spitzen mit dünnem Gummiwasser auf eine Stahlplatte, legt nach dem Trocknen auf diese eine Bleiplatte und führt nun beide Platten unter Anwendung eines mässigen Druckes durch eine Satinirmaschine, wie ich es vorliegend den verehrten Anwesenden vorzeige.

Die Spitzen, respective das Pflanzenblatt drücken sich in die Bleiplatte, welche nun als Matrize zur Herstellung einer Hochplatte dient und sich dann durch Buchdruck vervielfältigen lässt; oder aber man macht von der bei der ersten Copirung erhaltenen Hochplatte erst durch eine erneuerte galvanoplastische Copirung die Tiefdruckplatte und vervielfältigt dann mit der Kupferdruckpresse.

Bei Spitzenmustern beispielsweise kann man auch die Tiefdruckplatte auf Holz für den Buchdruck mon-

tiren, so empfängt dann die Platte die Farbe am Planium und man erhält beim Druck das Spitzenbild weiss auf farbigem Grunde.

Die Correctur von Kupferdruckplatten bei Landkarten.

Die Evidenthaltung eines Kartenwerkes für Generationen hinaus bedingt eine unbeschränkte Ausführung der erforderlichen Berichtigungen und Nachtragungen auf den gestochenen oder den heliographisch hergestellten Kupferdruckplatten.

Einzelne kleinere Correcturen werden durch Ausklopfen und Nachstechen der fehlerhaften Stellen bewirkt.

Hiezu wird die zu corrigirende Stelle mit dem Aushebestichel ausgehoben, dann mittelst eines Tasterzirkels genau der Ort und die Ausdehnung der zu corrigirenden Stelle auf der rückwärtigen Seite der Platte bezeichnet und nun mittelst einer sogenannten Klopfmaschine, welche im Principe eine Miniatur-Nuthenstossmaschine repräsentirt, das Kupfer der Platte durch den Druck des Stempels dieser Maschine auf der rückwärtigen Seite der Platte ins Planium der Vorderfläche hervorgedrückt und die Correctur durch Neustich bewirkt.

Viele und ausgedehntere Correcturen werden jedoch, weil diesfalls das Planium durch das Ausklopfen sehr leidet und die Arbeit überhaupt zu mühevoll wäre, mit Hilfe der Galvanoplastik ausgeführt.

Die Kupferplatte wird durch Auskochen in Pottaschenlösung vom anhaftenden Schmutze und in der Zeichnung sitzender Druckfarbe befreit, mit Wasser gut abgespült und dann durch Aufreiben einer Lösung von Cyansilber in Cyankalium die Kupferplatte versilbert, gewaschen und getrocknet. Hierauf sticht der Kupferstecher die zu corrigirenden Stellen mit dem Aushebestichel aus, beachtet jedoch dabei, dass die ausgestochenen Theile während der Arbeit nicht oxydirt und verunreinigt werden.

Wenn man das Auskochen mit Pottasche unterlassen hätte, so drückt der Kupferstecher beim Ausheben der zu corrigirenden Stellen die Druckfarbe in die Ecken und die Kanten der Aushebung, wodurch aber an solchen Stellen der galvanische Niederschlag der Ausfüllung nicht genügend anhaftet und die Gefahr des Ausreissens der corrigirten Stellen eintreten könnte.

Hat diese Arbeit des Aushebens der vielen Correcturen wegen mehrere Tage beansprucht, wodurch sehr leicht in den Aushebungen oxydirte Stellen entstehen können, an denen das niedergeschlagene Kupfer auch schlecht haftet, so zieht man die mit den Correctursaushebungen fertiggestellte Platte vor dem Einlegen in das galvanische Bad durch eine sehr verdünnte Schwefelsäure, um damit die Oxydstellen wegzubringen und das metallisch reine Kupfer freizulegen, denn nur an diesen Stellen wächst das niedergeschlagene Kupfer fest und sicher an, und es ist dann ein Ausreissen unmöglich.

Nach diesem Durchziehen in der verdünnten Schwefelsäure wird die Platte in das galvanische Bad an die Kathode geschaltet, der Strom geschlossen und nun nur so viel Kupfer auf die Platte niedergeschlagen, bis die ausgehobenen Stellen etwas über die Ebene der Platte ausgefüllt sind.

Ist dies der Fall, was nach drei bis vier Tagen durch Abschaben des um eine ausgehobene Stelle niedergeschlagenen Kupfers bis auf die Ebene der Platte zu constatiren ist, so wird die Platte aus dem Kupferbade gehoben, mit Wasser abgespült, der gebildete Kupferniederschlag an allen Correcturstellen mit dem Schaber bis in die Ebene der Platte abgenommen und hierauf die vier Ränder derselben aufgefeilt, die niedergeschlagene Kupferschichte mittelst einer Spachtel von letzterer abgehoben und schliesslich mit der Hand losgelöst.

In allen Theilen, wo die Platte versilbert war, wird die Trennung des niedergeschlagenen Kupferhäutchens leicht vor sich gehen. Dort jedoch, wo das Kupfer an den ausgestochenen Stellen blossgelegt wurde, wird dasselbe fest angewachsen sein, das Häutchen aber leicht an den Conturen sich abreissen lassen. Die etwa an den ausgefüllten Stellen noch vorhandenen Erhöhungen werden dann abgeschabt, polirt und hierauf die Correctur durch den Stich vorgenommen. Diese Art von Correctur der Kupferplatte ist eine unbeschränkte und verschlechtert die Qualität der Kupferdruckplatten in keiner Weise.

Ist endlich die zu corrigirende Tiefplatte schon sehr ausgedruckt, d. h. die davon genommenen Abdrücke bereits zu mangelhaft, so corrigirt man die deponirte Hochplatte, indem auf dieser die zu corrigirenden Stellen durch Schaben bis ins Planium der Platte abgenommen werden. Die Platte wird dann gut gereinigt, mit Cyansilberlösung versilbert und davon im galvanischen Bade an der Kathode geschaltet eine neue Tiefplatte genommen, welche dann eine neue, sehr scharfe, ganz intacte Tiefdruckplatte repräsentirt. Auf dieser erscheinen aber die zu corrigirenden Stellen glatt und lassen sich somit die erforderlichen Correcturen durch den Stich gut ausführen.

Ehe man mit der so corrigirten neuen Tiefplatte zu drucken beginnt, wird davon zunächst eine neue Hochplatte als Depotplatte angefertigt und hierauf die alte Hochplatte als unbrauchbar cassirt.

Dieses letztere Correcturverfahren erfordert zwar mehr Zeit zur Ausführung und ist auch kostspieliger, aber man hat durch die Herstellung der neuen Hochplatte für zukünftige Copien von neuen Tiefdruckplatten ein intactes Materiale, somit bleiben auch für die Zukunft die Druckresultate tadellos.

Wie aus dieser Darstellung über die Art der Ausführung von Correcturen auf einer Kupferplatte entnommen werden kann, sind derlei Ausbesserungen, wenn man gegebenen Falles nur immer die zweckentsprechende Methode zur Anwendung bringt, als unbeschränkt ausführbar zu betrachten.

Methode der Herstellung von Umgebungs- und Garnisonskarten mittelst Galvanoplastik.

Es kommt häufig vor, dass grössere und mit starker Garnison belegte Städte nahe und am Rande eines Specialkartenblattes 1 : 75.000 liegen und man, um die Umgebung des Ortes auf einen bestimmten Umkreis, wie er z. B. bei Truppen-Garnisons-Manövern nöthig wird, zu erhalten, sich bemüssigt sieht, zwei oder selbst vier Blätter der Specialkarte aneinander zu reihen. Um diese Unbequemlichkeiten zu umgehen, werden im k. k. militär-geographischen Institute für derlei Orte eigene Kupferdruckplatten mit dem betreffenden Orte in der Mitte hergestellt.

Man schneidet zu diesem Zwecke aus für die betreffenden Blätter eigens dünn hergestellten Hochplatten solche Fragmente heraus, dass der betreffende Garnisonsort in der Mitte liegt und die gewünschte Umgebungsausdehnung erhält. Diese Hochplattenfragmente werden hierauf sorgfältig zusammengelöthet, die so erhaltene Hochplatte auf der Bildfläche, nachdem sie gut gereinigt worden, mit Cyansilberlösung versilbert, an die Kathode des galvanischen Bades dann geschaltet und durch den gebildeten Kupferniederschlag die Tiefdruckplatte hergestellt. Diese letztere hat naturgemäss an den mit den Löthstellen correspondirenden Stellen Planien, sie ist daselbst glatt. Es ist daher nun Sache des Kupferstechers, diese Partien durch den Stich zusammenzuführen und zu ergänzen.

Derlei Karten werden auf specielle Bestellung gegen Bezahlung der Herstellungskosten auch für Touristenzwecke angefertigt, wie z. B. die Karte der hohen Tatra, des Schneebergs und der Raxalpe, der Ortlergruppe etc.

Die Platte wird so hergestellt nur für den Schwarzdruck benützt; man kann sie aber auch durch Farbenaufdruck in eine Farbenkarte umwandeln.

Zu diesem Zwecke wird zunächst von der Kupferdruckplatte ein Umdruck auf den Stein ausgeführt und davon auf die Farbensteine Abklatsche gemacht und mit der Feder und fetter Tinte darauf die für die betreffende Farbe bestimmten Partien ausgeführt.

Auf den Schwarzdruck werden dann von diesen Steinen nach einander die betreffenden Farben aufgedruckt und damit die Farbenkarte hergestellt.

Die Herstellung der Illustrationen in dem Werke „Oesterreich-Ungarn in Wort und Bild“, sowie der hiezu nöthigen Galvanos.

Grosse Auflagen von Illustrationen werden nicht direct vom Originalholzschnitte hergestellt, sondern mit dem durch die Electrolyse hergestellten sogenannten Druckgalvano. Bei der Besprechung dieses letzteren sei es mir gestattet, gleich den ganzen Vorgang der Herstellung der Illustrationen zu dem unter dem Protectorate unseres allerdurchlauchtigsten Kronprinzen Erzherzog Rudolf stehenden ethnographischen

Werke: „Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild“ vorzuführen, nachdem gewiss viele der verehrten Anwesenden auf dieses hochinteressante patriotische Werk abonnirt sein dürften und damit ein gewisses Interesse an dieser Mittheilung haben werden. Die gesammten Hauptmomente der genannten Illustrationsherstellung sehen die verehrten Anwesenden hier in den exponirten Vorlagen von ein und demselben Originale zum besseren Verständniss des Gesagten zur Darstellung gebracht.

Vor Allem will ich erwähnen, dass die Originalzeichnungen für die Illustrationen des Werkes von den hervorragendsten Specialkünstlern des betreffenden Kronlandes geliefert werden und zunächst das Künstler-Comité zu passiren haben, ehe selbe zur Reproduction gelangen, welches über die Annahme derselben zur Aufnahme in das Werk zu entscheiden hat.

Mit wenig Ausnahmen soll principiell zu den Illustrationen dieses Werkes nur der Holzschnitt zur Anwendung kommen, in den seltensten Fällen die Phototypie oder die Photo-Chromotypie, die letztere bei der Ausführung der in Farbendruck herzustellenden Volkstrachtenbilder.

Nachdem es wenige Künstler lieben, gleich direct auf dem Holzstocke zu zeichnen, somit ein directes Originale für den Holzschnitt herzustellen, so müssen die in verschiedener Manier von den Künstlern theils mit der Feder, Kohle, getuschter Manier manchmal selbst nur mit dem Bleistift hergestell-

ten Originale photographisch, dabei im Masse auch meistens reducirt aufgenommen und mittelst des Silber-Copirverfahrens auf den Holzstock übertragen werden.

Der Vorgang zu dieser Uebertragung ist folgender: Mit einem Pinsel oder dem Ballen der Hand wird die Bildfläche des Buxbaumholzstockes mit einer sehr dünnen, aber doch weiss deckenden Schichte von Bleiweiss, mit Eiweiss zu einem Brei angemacht, überzogen und vorsichtig, damit keine Risse und Sprünge in der Schichte entstehen, getrocknet. Hierauf bekommt die so grundirte Fläche eine zarte Eiweissschichte, bestehend aus Wasser, Eierklar, Kochsalz und einigen Tropfen Aetzammoniak, und ist es diese Schichte, welche beim Gebrauche zum Copiren in einem Silberbade lichtempfindlich gemacht wird.

Das Copiren im Copirrahmen geschieht auf die gewöhnliche Art wie im Porträtfache. Das copirte Bild wird dann im Dunkelzimmer entwickelt, jedoch noch vor dem Fixiren im Goldbade getont, wodurch das Bild für den Xylographen einen schärferen, marcanten Ausdruck bekommt und dem Holzschneider die Arbeit mit dem Stichel leichter von der Hand geht. — Bei dieser Gelegenheit will ich noch erwähnen, dass beim Schneiden der Zeichnung die Grundirungsschichte nicht zu hart und spröde sein darf, weil sonst der Holzschneider schwer vorwärts kommt und Staubsprühen eintritt, was vermieden werden muss.

Es wurden auch Copirmethoden mit Chromgelatine versucht, damit aber keine befriedigenden Resultate erzielt.

Das auf Buxbaumholz auf diese Weise übertragene Bild wird nun in Holz geschnitten, nach Beendigung des Schnittes, nachdem durch einen vom Holzstock genommenen Falzbeinabdruck die Tadellosigkeit des Holzschnittresultates constatirt ist, behufs galvanoplastischer Copirung, in Wachs mit Graphit gemischt, mittelst hydraulischer Presse abgeformt und dann durch Schalten im Kupferbade an der Kathode davon das Druckgalvano genommen.

Das erhaltene Galvano wird dann durch einen Retoucheur controlirt, ausgebessert, mit Blei und Zinn ausgegossen, auf Holz entsprechend als Druckstock festgemacht, womit dann der Druckstock zum Einstellen in den Satz fertiggestellt ist.

Der erste davon genommene Abdruck sieht naturgemäss sehr monoton und roh aus, wird mit dem als Vorlage dienenden Falzbeinabdrucke verglichen und nun die sogenannte Zurichtung vorgenommen, welche je nach der Schwierigkeit des Druckbildes manchmal Stunden von Arbeit erfordert, um ein tadelloses Druckresultat der Illustration zu liefern.

Die Kraftzurichtung, welche heute die Grundlage des Illustrationsdruckes bildet, ist zwar schon vor Decennien erfunden worden, allein die richtige Handhabung, das künstlerische Verständniss, die Wiedergabe der feinen Nuancen, die Abstufungen zwischen

Licht und Schatten, alle diese Behelfe und deren Erlernung konnten sich naturgemäss nur allmälig Bahn brechen.

Eine Neuerung auf diesem Gebiete ist die bei der Firma Pustet in Salzburg in Ausübung stehende photo-mechanische Zurichtung, die aber noch nicht vollkommen ausgebildet zu sein scheint.

Die Zurichtung, wie sie der Maschinenmeister namentlich bei feinen Illustrationen anfertigt, kann als ein Relief betrachtet werden und ist dann mittelst Chromgelatine auf photographischem Wege herzustellen. Wenn also von der Illustration, die gedruckt werden soll, ein Diapositiv angefertigt wird und man unter demselben eine mit einem Pigment versehene Chromleimschichte belichtet und im warmen Wasser darauffolgend entwickelt, so erhält man naturgemäss ein Relief, wo die Lichter vertieft und die Schatten erhoben sind. Dies genügt für die Zurichtung. Nur muss die Leimschichte durch entsprechende Zusammensetzung geschmeidig gemacht und auch erhalten werden, damit diese Zurichtung, am Cylinder der Maschine angebracht, dann beim Drucken nicht bricht.

Damit will ich nun meine Mittheilungen über das Thema der Verwerthung der Electrolyse in den graphischen Künsten schliessen, mit dem Wunsche, dass es mir gelungen sein möge, den verehrten Anwesenden einen Fingerzeig für den generellen Zusammenhang der einzelnen einschlägigen Arbeiten in diesem Gebiete gegeben zu haben, und mit dem Beifügen, dass

ich nur die wesentlichsten Thatsachen hier zur Sprache brachte, und dass ohne Zweifel mit den erörterten Verwendungsrichtungen der Electrolyse für die graphischen Künste noch lange nicht Alles ausgenützt erscheint, sondern dass mit der Zeit noch immer neue Modalitäten und Aenderungen dieser Verwerthung des elektrischen Stromes durch das rastlose Streben des menschlichen Geistes in Aussicht stehen.

Die technische Verarbeitung des Rindertalges.

Von

DR. RUDOLF BENEDIKT.

Vortrag, gehalten den 1. December 1886.

(Mit Experimenten.)

Mit drei Abbildungen im Texte.



Meine Herren und Damen!

Die Sitte verlangt, dass man naturwissenschaftlichen Vorträgen eine historische Einleitung gebe. Das war für mein Thema: „Die technische Verarbeitung des Rindertalges“ keine leichte Aufgabe, zudem ich mich nicht damit begnügen wollte, nur bis zu den epochemachenden Arbeiten des jetzt mehr als hundertjährigen Chemikers Chevreul zurückzugehen. Ich nahm die Sache gründlich und begann meine Forschungen mit dem Studium Hesiod's, der Hauptquelle für die griechische Göttersage. Ich kann bei den anwesenden Herren nicht auf Nachsicht rechnen, aber die Damen werden mir verzeihen, dass ich dabei nicht das altgriechische Original, sondern die etwas leichter verständliche Bearbeitung von Gustav Schwab, welche den Titel „Die schönsten Sagen des classischen Alterthums“ führt, zur Hand nahm. Mein Glück wollte es, dass ich gleich auf der ersten Seite des ersten Bandes in der Prometheussage das Richtige fand. Da ist nämlich zu lesen, „dass Prometheus als Anwalt der Menschen in der Versammlung der Götter erschien, um dafür zu sorgen, dass die Götter für die übernommenen Schutzämter den Sterb-

lichen nicht allzulästige Gebühren auferlegen möchten. Da verführte den Titanensohn seine Klugheit, die Götter zu betrügen. Er schlachtete im Namen seiner Geschöpfe einen grossen Stier, davon sollten die Himmlischen wählen, was sie davon für sich verlangten. Er hatte aber nach Zerstückelung des Opferthieres zwei Haufen gemacht; auf die eine Seite legte er das Fleisch und das Eingeweide, in die Haut des Stieres zusammengefasst, auf die andere die kahlen Knochen, künstlich in das Unschlitt des Schlachtopfers eingehüllt. Und dieser Haufen war der grössere. Jupiter, der Göttervater, der allwissende, durchschaute aber seinen Betrug und sprach: „Sohn des Japetus, erlauchter König, guter Freund, wie ungleich hast du getheilt!“ Prometheus glaubte jetzt erst recht, dass er ihn betrogen, lächelte bei sich und sprach: „Erlauchter Jupiter, grösster der ewigen Götter, wähle den Theil, den dir dein Herz im Busen anräth zu wählen.“ Jupiter ergrimmte im Herzen, aber geflissentlich fasste er mit beiden Händen das weisse Unschlitt. Als er es nun auseinander gedrückt und die blossen Knochen gewahrte, stellte er sich an, als entdecke er jetzt eben erst den Betrug und zornig sprach er: „Ich sehe wohl, Freund Japetionide, dass du die Kunst des Truges noch nicht verlernt hast!“ Und dann erzählt die Sage weiter, von welcher schweren Strafe Prometheus für diese und ähnliche Missethaten betroffen wurde.

Da historische Fragen in gründlichster Weise behandelt werden müssen, so will ich den heutigen Abend

nur der Besprechung dieses einen Citates widmen und den Beweis zu erbringen suchen, dass der von Zeus verschmähte Antheil, die Knochen und das Fett enthaltend, weit werthvoller als der aus dem Fleische und der Haut zusammengesetzte war.

Zu diesem Zwecke muss ich mir freilich erlauben, fast ausschliesslich über Gegenstände der Hauswirthschaft zu sprechen, und ich hoffe, zum Schlusse des Vortrages von Ihnen, meine verehrten Damen, das Zugeständniss zu erhalten, dass ich Ihnen über so genau gekannte Gegenstände wie Kerzen, Seifen, Butter und Schmalz noch einiges Neue habe sagen können. Wenn Sie mir erlauben, Sie heute als meine Gäste zu betrachten, so führe ich Sie, nachdem ich mich nun doch schon als Topfgucker zu erkennen gegeben habe, ganz nach der Gewohnheit der Hausfrauen gleich nach der ersten Begrüssung in meine Küche, die Küche des Chemikers, die ich hier, so gut es eben ging, eingerichtet habe.

Wir wollen uns zunächst mit dem Inhalte dieser beiden Flaschen beschäftigen. In jeder ist eine ölige, gelbliche Flüssigkeit enthalten. Giesse ich ein wenig davon auf Wasser und rühre um, so bleiben beide nach Art der Oele ungelöst und sammeln sich rasch an der Oberfläche an. Ich setze in jedes dieser Gefässe einen Docht mit Schwimmer, wie er bei den gewöhnlichen Nachtlichtern Verwendung findet, und Sie sehen, dass beide Oele mit ruhiger, leuchtender Flamme brennen. Auf Papier machen sie beide einen durchscheinenden Fleck, der auch bei längerem Liegen oder Erwärmen

nicht verschwindet. Ich hänge die beiden Papiere an die schwarze Tafel, wodurch der Fleck deutlich sichtbar wird, und daneben ein drittes, welches ich mit Petroleum befeuchtet habe. Auch hier ist ein durchscheinender Fleck entstanden, der aber nach einiger Zeit verschwunden sein wird, indem das Petroleum nach und nach verdunstet, was bei den fetten Oelen nicht der Fall ist; deshalb werden sie auch „fixe Oele“ genannt.

Bei allen Versuchen, welche wir bisher mit den beiden Flüssigkeiten angestellt haben, haben sie sich wie echte Oele und einander ganz ähnlich verhalten, und doch sind sie gänzlich verschieden von einander. Dies lässt sich sehr leicht zeigen.

Ich schüttle in diesen mit Glasstöpseln verschliessbaren Cylindern je ein Theil Oel mit zehn Theilen Weingeist. Das Oel aus der ersten Flasche löst sich dabei nicht auf, es ist in feinen Tröpfchen in der Flüssigkeit vertheilt und wird sich bald wieder zu Boden setzen. Der Inhalt der zweiten Flasche hat sich hingegen vollständig aufgelöst.

Ich habe hier eine schwach gelbliche Flüssigkeit, die Lösung eines Phenolphtaleïn genannten Theerfarbstoffes, welche die Eigenschaft besitzt, sich bei Zusatz eines Tröpfchens Aetzlauge intensiv roth zu färben, bei Säurezusatz aber sofort wieder farblos zu werden. Mit Hilfe dieser Lösung lässt sich somit entscheiden, ob eine Flüssigkeit freie Säure enthält oder nicht. Sie sehen, dass dieses mit etwas Phenolphtaleïn und Natronlauge versetzte Wasser beim Zumischen

von Essig, das ist mit Wasser verdünnte Essigsäure, sofort entfärbt wird. Ich versetze nun den Inhalt beider Cylinder mit durch Natronlauge gerötheter Phenolphtaleïnlösung und schüttle gut durch. Die rothe Farbe bleibt in dem einen Cylinder bestehen, während sie im zweiten sofort verschwindet.

Wir haben somit die Erkenntniss gewonnen, dass diese eine Flüssigkeit eine Säure ist, und da sie zugleich eine ölartige Substanz ist, so wollen wir sie Oelsäure nennen. Die andere Flüssigkeit ist gewöhnliches Oel.

Oel und Oelsäure stehen in ähnlichen Beziehungen zu einander wie Salze und Säuren.

Salze entstehen, wenn sich Basen und Säuren unter Wasseraustritt vereinigen. Diese milchige Flüssigkeit enthält eine Base, Wismuthoxydhydrat, $Bi(OH)_3$, in Wasser aufgeschlämmt. Fügen wir Salpetersäure, HNO_3, im Ueberschuss hinzu, so entsteht sofort eine klare Lösung, die das neu gebildete Salz, salpetersaures Wismuthoxyd, enthält. In chemischen Zeichen ausgedrückt, lautet der Process:

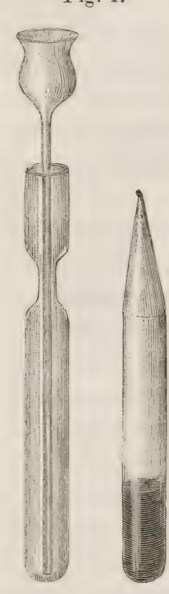
$$Bi(OH)_3 + 3\,HO\,NO_2 = Bi(ONO_2)_3 + 3\,H_2O$$

Wismuth-oxydhydrat	Salpeter-säure	Salpetersaures Wismuthoxyd	Wasser.

Um Oelsäure in neutrales Oel, welches in diesem Falle den Namen Trioleïn führt, zu verwandeln, bedürfen wir noch einer Substanz, welche die Rolle der Base zu spielen hat. Sie sehen dieselbe in dieser Flasche und können sie an ihrer Dickflüssigkeit, an dem süssen Geschmack, an dem eigenthümlichen Gefühl, welches

sie auf der Haut erzeugt, leicht als Glycerin erkennen. Das Glycerin ist nun freilich keine Base im gewöhnlichen Sinne des Wortes, wie etwa Ammoniak, Natron oder Kalk, indem es sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit Säuren vereinigt und weder Lackmus bläut, noch eine farblose Phenolphtaleïnlösung röthet. Es gehört aber zu den Alkoholen, welche in mancher Beziehung sich den Basen ähnlich verhalten. Wenn auch nicht bei gewöhnlicher Temperatur, so doch beim Erhitzen unter Druck vereinigt es sich unter Wasseraustritt mit Oelsäure zu Trioleïn. Ich kann Ihnen diese Operation, welche mehrere Tage in Anspruch nimmt, nicht vorführen, möchte Ihnen aber doch gerne eine Vorstellung davon geben, wie der Versuch ausgeführt wird.

Fig. 1.



Ich habe hier ein dickwandiges Glasrohr von etwa 60 Cm. Länge und 15 Mm. lichter Weite, welches ich an dem einen Ende vor der Gaslampe zugeschmolzen und in der Nähe des anderen Endes durch Ausziehen etwas verengt habe (Fig. 1). Mit Hilfe eines Trichterrohres fülle ich Oelsäure und eine zur vollständigen Umwandlung derselben mehr als genügende Menge Glycerin ein, nehme den Trichter heraus, wobei ich vermeide, das Rohr an der verengten

Stelle zu beschmutzen, und schmelze nunmehr das offene Ende zu, indem ich das Glas unter beständigem Drehen an der verengten Stelle in der Gebläseflamme zum Erweichen bringe und langsam ausziehe. Nun ist das Rohr hermetisch verschlossen, ich kann es in einem passenden Ofen auf die zur Einleitung des Processes nothwendige Temperatur von 250° erhitzen, ohne dass das Glycerin abdestilliren kann. Nach 48 Stunden werde ich das Rohr im Ofen erkalten lassen, dann das obere Ende abschneiden und nun finden, dass sein Inhalt aus zwei Schichten besteht, von denen die obere Trioleïn, die untere mit Wasser verdünntes Glycerin ist. Ich giesse den Rohrinhalt in einen Scheidetrichter (Fig. 2), spüle mit Wasser nach, schüttle durch und lasse stehen, bis das Oel als klare Schichte obenauf schwimmt. Nun lasse ich die wässerige Schichte durch Oeffnen des Hahnes ab, und wiederhole dieselbe Operation mit reinem Wasser. Was ich im Trichter zurückbehalte ist reines Trioleïn.

Fig. 2.

Der chemische Process bei dieser Synthese des Trioleïns lässt sich durch eine ganz ähnliche Formelgleichung ausdrücken wie diejenige war, durch welche wir uns die Bildung des salpetersauren Wismuthoxydes verdeutlicht haben. Nur müssen wir an Stelle des Zeichens Bi für Wismuth den Ausdruck für das organische Radical Glyceryl,

C_3H_5, und in gleicher Weise an Stelle des in der Salpetersäure enthaltenen Radicales NO_2 das Radical der Oelsäure, $C_{18}H_{33}O$, setzen:

$$\underset{\text{Glycerin}}{C_3H_5(OH)_3} + \underset{\text{Oelsäure}}{3\,HO\,.\,C_{18}H_{33}O} = \underset{\text{Trioleïn}}{C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3} + \underset{\text{Wasser.}}{3\,H_2O}$$

Alle aus Alkoholen und Säuren erhaltenen Verbindungen werden Ester genannt, das Trioleïn ist also der Glycerylester der Oelsäure.

Wir kennen ausser der Oelsäure noch eine Anzahl anderer Fettsäuren, sowie deren Triglyceride. So ist das Material, aus welchem die Stearinkerzen gefertigt sind, eine Mischung zweier Fettsäuren, der Palmitinsäure und Stearinsäure. Jede von ihnen ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, weiss und krystallinisch. Ihre Verbindungen mit Glycerin nennen wir Tripalmitin und Tristearin.[1])

Sämmtliche natürliche Fette sind Gemenge solcher Triglyceride, sehr viele bestehen bis auf Bruchtheile von Procenten anderer Beimischungen nur aus Trioleïn, Tripalmitin und Tristearin, so namentlich der Rindertalg, der den Gegenstand der heutigen Besprechung bildet.

Die von uns im zugeschmolzenen Rohre ausgeführte Synthese der Fette hat selbstverständlich nur

---

[1]) Die Vorsilbe „Tri“ zeigt an, dass ein Molecül Glycerin mit drei Molecülen der Fettsäure zu einem Molecül Fett vereinigt ist.

einen wissenschaftlichen, keinen technischen Werth, denn es werden uns die Triglyceride fertig von der Natur geliefert, in Form der durch den vegetabilischen und animalischen Lebensprocess gebildeten „natürlichen“ Fette. Dagegen befasst sich eine wichtige Industrie mit der Umkehrung dieses Processes, nämlich mit der Zerlegung der in den natürlichen Fetten enthaltenen Triglyceride in Fettsäuren und Glycerin, d. i. mit der Fabrikation von Kerzen, Seifen und Glycerin.

Bevor wir der Verarbeitung des Talgs zu diesen nützlichen Dingen folgen, müssen wir uns mit einigen Eigenschaften der Fettsäuren vertraut machen.

Ich löse hier ein Stückchen Aetznatron, den „Laugenstein“ der Haushaltung, in ziemlich viel Wasser auf und schüttle die Lösung in einen Cylinder mit Oelsäure. Die Oelsäure löst sich vollständig auf; ich erhalte eine nahezu klare Flüssigkeit, über welcher ein starker Schaum stehen bleibt, den Sie sofort als Seifenschaum erkennen. Es ist klar, dass sich hier Säure und Base, nämlich die Oelsäure mit dem Aetznatron zu einem Salz vereinigt haben. Die Salze der Fettsäuren heissen Seifen und die gewöhnlichen Seifen sind Natronseifen. Wir wollen nun die Seife, welche wir hier in Lösung haben, in fester Form gewinnen. Der gebräuchlichste Weg, feste Körper aus ihren Lösungen abzuscheiden, ist der, dass wir das Lösungsmittel, also in unserem Falle das Wasser, verdampfen. Wir könnten also die Flüssigkeit in eine flache Schale giessen und dieselbe so lange erhitzen, bis alles Wasser ver-

dampft ist und die Seife im trockenen Zustande zurückbleibt. Um ein Anbrennen zu vermeiden, nimmt man das Erwärmen nicht über freiem Feuer vor, sondern setzt die Schale auf einen Topf, in dem man Wasser zum Sieden bringt, welche einfache Vorrichtung Wasserbad genannt wird.

Diese Methode empfiehlt sich in unserem Falle nicht, indem die Ausscheidung der Seife nicht nur eine kostspielige und zeitraubende Operation wäre, sondern auch alle anderen in der Lösung befindlichen Substanzen, in unserem Falle also ein, wenn auch vielleicht nur geringer Ueberschuss von Aetznatron, in der Seife bleiben würde, was durchaus nicht erwünscht ist.

Wir wollen, ebenso wie dies in der Praxis geschieht, die Seife aussalzen, indem wir die Lösung mit einer gesättigten Kochsalzlösung vermischen. Sie sehen, dass sich die Flüssigkeit sofort trübt und Klümpchen abscheidet, die sich an der Oberfläche ansammeln. Diese Masse könnten wir auf dieselbe Weise in grösserem Massstabe darstellen, durch Zusammenschmelzen mit etwas Wasser vereinigen, in Formen giessen und die erhaltenen prismatischen Blöcke in kleine Stücke schneiden, welche dann, um ein oft citirtes Wort Liebig's zu gebrauchen, der „Massstab für den Wohlstand und die Cultur der Nationen“, nämlich Seife, sind.

Wir wollen uns noch einige wichtige Eigenschaften der Seifen merken. Diese Flasche enthält klare Seifenlösung. Vermische ich etwas davon mit destillirtem Wasser, so bildet sich kein Niederschlag, nur wenn

ich sehr stark verdünne, entsteht eine schwache Trübung.

In diesem zweiten Gefäss vermische ich die Seifenlösung mit Hochquellenwasser. Es entsteht sofort ein reichlicher Niederschlag, indem sich das fettsaure Natron mit den in Wasser gelösten Kalksalzen zu Natronsalzen und fettsaurem Kalk umgesetzt, welcher in Wasser unlöslich ist und somit herausfällt. Wir können uns also jetzt die von uns täglich gemachte Beobachtung erklären, dass Wasser durch Seife getrübt wird.

Obwohl es uns von unserem eigentlichen Thema ein wenig abzieht, möchte ich Sie doch bitten, mir zu gestatten, Ihnen von einer interessanten Anwendung dieser Eigenschaft der Seifen zu erzählen.

Man kann nämlich den Kalkgehalt oder den Härtegrad eines Wassers und damit seine Verwendbarkeit zum Kochen, als Kesselspeisewasser oder Trinkwasser in folgender Weise ermitteln.

In eine gewöhnliche Flasche von etwa $^1/_4$ Liter Inhalt bringt man genau abgemessene 100 Cubikcentimeter des zu untersuchenden Wassers. Dann füllt man dieses in $^1/_{10}$ Cubikcentimeter getheilte, unten mit Hahn versehene Rohr (Bürette) mit einer Seifenlösung, deren Wirkungswerth man ermittelt hat. Man habe z. B. gefunden, dass 1 Cubikcentimeter dieser Seifenlösung genau 1 Milligramm Kalk in Kalkseife verwandeln, also unlöslich machen kann. Nun lässt man die Seifenlösung successive in das Wasser einfliessen und schüttelt nach jedem Zusatz gut durch. So lange

der Kalk im Ueberschusse ist, wird die ganze Seife zur Fällung verbraucht, es befindet sich somit nichts davon in Lösung, und die Flüssigkeit gibt beim Schütteln keinen bleibenden Seifenschaum. Sobald aller Kalk gefällt ist und sich eine, wenn auch nur geringe Seifenmenge in Lösung befindet, bildet sich ein bleibender Schaum. Hat man bis dahin 10 Cubikcentimeter Seifenlösung verbraucht, so enthalten 100 Cubikcentimeter des Wassers 10 Milligramm Kalk. Ein solches Wasser ist mittelhart und noch trinkbar.

Der grösste Theil der in den Handel kommenden Seifen wird nicht, wie wir dies gethan haben, aus Fettsäuren, sondern direct aus den Fetten dargestellt, indem dieselben mit Aetznatron gekocht werden, wobei sie eine zähflüssige Lösung, den Seifenleim geben, aus welchem die Seife ausgesalzen wird.

Der chemische Process, der sich dabei abspielt, ist Ihnen nach dem früher Gesagten gewiss klar. Wir haben die Fette als unter Wasseraustritt entstandene salzähnliche Verbindungen von Fettsäuren und Glycerin aufgefasst. Kochen wir sie mit Natron, so wird das Glycerin durch diese starke Base ausgetrieben, indem sie sich mit den Fettsäuren vereinigt. Nach dem Aussalzen bleibt das Glycerin, mit Kochsalz und überschüssigem Aetznatron gemischt, in der Unterlauge und wird, da seine Gewinnung aus dieser unreinen Flüssigkeit eine schwierige ist, meist verloren gegeben. Das in den Handel kommende Glycerin wird somit nicht in Seifensiedereien gewonnen, es bildet viel-

mehr ein Nebenproduct der Kerzenfabrikation. Die aus Talg dargestellte Natronseife führt den Namen Kernseife.

Wir haben nun genug Kenntnisse erworben, um uns der Verarbeitung des Talgs auf Stearinkerzen, Glycerin und Kunstbutter zuzuwenden.

Das Rohmaterial für diese Producte bildet der Rindertalg, aus welchem früher ohne vorhergehende chemische Verarbeitung Kerzen bereitet wurden. Diese auch heute nicht ganz ausser Gebrauch gekommenen Talglichter oder Unschlittkerzen fühlen sich unangenehm fettig an, riechen widerlich und beginnen kurze Zeit nach dem Entzünden zu russen, worauf der Docht mit der Scheere gestutzt werden muss. Beim Ausblasen verbreiten sie einen intensiven, widerwärtigen Geruch, der von dem an Fettsäuren gebundenen Glycerin herrührt.

Die Eigenschaft, fettig und schmierig zu sein, erhält der Talg durch seinen Gehalt an Trioleïn. Wir müssen somit dem Talg, um daraus harte, klingende, rein weisse Kerzen erzeugen zu können, welche beim Ausblasen nicht übel riechen, alle in Form von Trioleïn vorhandene Oelsäure, sowie das Glycerin entziehen, worauf wir das in der Technik „Stearin“ genannte Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure zurückbehalten.

Die nachstehende Uebersicht zeigt, in welcher Weise der Talg technisch verarbeitet wird:

Rindertalg

wird durch Abpressen getrennt in

- leicht schmelzbares Gemisch von viel Trioleïn mit wenig Tripalmitin und Tristearin:

  Oleomargarin

  (zur Erzeugung von Kunstbutter).

- schwerer schmelzbares Gemisch von viel Tripalmitin und Tristearin mit weniger Trioleïn. Wird durch Verseifen zerlegt in

  - **Fettsäuren;** durch Abpressen zwischen warmen Platten getrennt in

    - **feste Fettsäuren** (Stearin)
    - **flüssige Fettsäuren** (Elaïn)

  - **Glycerin.**

Beginnen wir unseren Rundgang in der grossen Fabrik, in welche ich Sie einlade mir zu folgen, so finden wir gleich im Hofe eine Anzahl von gedeckten Wagen, in denen soeben auf Lattenböden flach ausgebreitet die grösseren Fetttheile frisch geschlachteter Rinder, das sogenannte Kern- oder Nierenfett, eingebracht wird. Es wird sofort abgeladen, sortirt und durch Ausschneiden von etwa noch anhaftenden Fleisch- und Hauttheilen sorgfältig befreit. Dann kommt es in den zur Margarinfabrikation bestimmten Raum, in welchem die grösste Reinlichkeit herrscht. An Stelle des üblen Geruches, auf den wir uns beim Eintritt in eine Kerzen- oder Seifenfabrik stets gefasst machen und der in der That oft die ganze Umgebung der Seifensiedereien verpestet, erfüllt ein schwacher, an-

genehmer Geruch nach frischem Fett die geräumige Halle. Da steht die Maschine, in welcher das Fett in ganz kleine Stücke zerschnitten wird, hier der doppelwandige, mit Dampf geheizte Kessel, der zum „Auslassen“ des zerkleinerten Fettes dient. Aus ihm gelangt das geschmolzene Fett in flache Blechformen, die in einem auf 35^0 C. geheizten Raume auf Stellagen treppenförmig angeordnet sind. Bei dieser Temperatur scheidet sich nach und nach der schwer schmelzbare Theil des Fettes krystallinisch aus, so dass man halbweiche Fettkuchen erhält, die in frisch gewaschene Tücher eingeschlagen und zwischen die Platten hydraulischer Pressen gebracht werden. Der bei 35^0 flüssige Antheil fliesst ab, während die festen Partien in den Tüchern zurückbleiben. Wir werden die Verarbeitung dieser Presskuchen, des sogenannten Presstalgs, später weiter verfolgen und uns jetzt nur mit dem noch flüssigen Fett beschäftigen. Sie können es ungescheut kosten! Es ist ganz reines, geschmackloses Fett, dessen Geruch an frischen Kuchen erinnert. Es wird in Fässer gefüllt, in welchen es zu einer Masse von Schmalzconsistenz erstarrt, und wird dann als Margarin oder Oleomargarin in den Handel gebracht. Der grösste Theil des Oleomargarins wird auf Kunstbutter verarbeitet, eine Industrie, die vornehmlich in Holland blüht. Bei uns hat sie sich nicht recht einbürgern wollen, weil ein, wie mir scheint, nicht immer begründetes Vorurtheil gegen jedes Buttersurrogat besteht.

Ich habe Sie, meine Herren und Damen, zu Beginn dieses Vortrages als meine Gäste begrüsst, trotzdem habe ich nicht den Muth, Ihnen das hier ausgestellte Margarin, auf Brod gestrichen, serviren zu lassen. Ich bin aber überzeugt, dass Sie nichts gegen seinen Geschmack einzuwenden hätten. Auch können wir unmöglich Ekel davor empfinden, da es, wie wir gesehen haben, aus ganz frischem Fett gesunder Thiere auf die reinlichste Weise dargestellt ist.

Das Oleomargarin muss mit der ausgelassenen Butter, dem Butterschmalz oder Rindsschmalz unserer Hausfrauen verglichen werden. Frische Kuhbutter unterscheidet sich wesentlich von diesen Fetten, indem sie, wie die mikroskopische Betrachtung lehrt, nicht aus einer zusammenhängenden Fettmasse, sondern aus sehr kleinen, vollkommen runden Fettkügelchen besteht, welche von unendlich dünnen, eiweissartigen Häutchen überkleidet sind. Der Zwischenraum zwischen den Kügelchen ist noch von einem Reste des Wassers, mit welchem die Butter bei der Bereitung ausgewaschen wurde, erfüllt. Der durchschnittliche Wassergehalt beträgt 15 Procente. Ferner sind in geringerer Menge auch noch die nicht fetten Bestandtheile der Milch, nämlich Caseïn und Milchzucker vorhanden.

Diese so sehr feine Zertheilung des Fettes in der Butter trägt sehr viel zu seiner leichten Verdaulichkeit bei. Aus diesem Grunde und nicht etwa lediglich zum Zwecke der Täuschung wird auch das Oleomargarin

einem eigentlichen Buttern unterworfen und dadurch in ein der Kuhbutter sehr ähnliches Product, die Kunstbutter, verwandelt.

Dies geschieht in der Weise, dass das Oleomargarin mit Wasser, etwas Kuhmilch und einer kleinen Menge feinsten Speiseöles in Butterfässern sehr energisch durchgearbeitet wird, wobei es sich in sehr vollkommener Weise mit den anderen Bestandtheilen mischt. Durch Zusatz von etwas frischer Kuhbutter kann man dem Producte auch noch das specifische Aroma der Butter mittheilen.

Man bedarf somit zur Kunstbuttererzeugung guter Kuhmilch und frischer Kuhbutter, und daraus erklärt sich auch, dass Holland unter allen europäischen Staaten die grösste Kunstbutterfabrikation besitzt. In Wien werden sehr grosse Mengen Oleomargarin für den Export erzeugt, Kunstbutter dagegen fast gar nicht mehr bereitet, und die „Wiener Sparbutter“ ist seit längerer Zeit von unseren Märkten verschwunden.

Trotz der Lanze, die ich für die Kunstbutter einzulegen mich für verpflichtet hielt, ist es mir doch nicht ganz wahrscheinlich, dass ich Ihr Vorurtheil gegen dieses Surrogat so rasch besiegt habe, und da ferner die Kuhbutter höher im Preise steht, so stellen Sie mit voller Berechtigung die Frage, ob es denn möglich sei, diese beiden einander so sehr ähnlichen Producte zu unterscheiden und sich somit vor Betrug zu schützen?

Diese Aufgabe ist in verschiedenster und vollkommen befriedigender Weise gelöst worden, und zwar begründen sich die brauchbarsten Methoden zur Unterscheidung der beiden Fette auf eine geringe Verschiedenheit in ihrer chemischen Zusammensetzung.

Wie schon erwähnt, besteht das Oleomargarin ausschliesslich aus den Glyceriden der Oelsäure, Palmitin- und Stearinsäure. Das Butterfett enthält diese Stoffe ebenfalls in reichlicher Menge, indem es zu 92 Procenten daraus besteht, die restlichen 8 Procente werden aber von den Glyceriden anderer Fettsäuren, der Buttersäure, Capronsäure etc. gebildet. Diese Fettsäuren nähern sich in ihren Eigenschaften weit mehr der Essigsäure als der Oelsäure, der Palmitinsäure und Stearinsäure.

Sie sind in Wasser löslich wie die Essigsäure, verdunsten beim Stehen in offenen Gefässen und sind mit Wasserdämpfen flüchtig.

Die wasserhelle Flüssigkeit in dieser Flasche ist Buttersäure. Giesse ich davon ein wenig in diesen Kolben und füge Wasser hinzu, so löst sie sich auf, und würde ich die Flüssigkeit abkochen, so bliebe mir zuletzt nichts im Gefässe zurück, indem sich die Buttersäure mit den Wasserdämpfen vollständig verflüchtigt und sich mit diesen der Atmosphäre dieses Raumes beigemischt hätte.

Nicht so die Oelsäure. Sie mischt sich nicht mit Wasser, sondern schwimmt obenauf. Koche ich den aus zwei Flüssigkeitsschichten bestehenden Kolben-

inhalt, so bahnen sich die Wasserdämpfe durch die Oelschichte ihren Weg, bis endlich wasserfreie Oelsäure zurückbleibt, die erst bei starkem Erhitzen unter Ausstossung weisser Nebel und theilweiser Zersetzung ins Kochen kommt.

Ich habe den Versuch nicht ausgeführt, weil der Geruch der Buttersäure unangenehm ist; ich hoffe auch in Ihrem Interesse, dass sich kein Epimetheus findet, der die Pandorabüchse öffnet, in welcher sorglich verschlossen ich Ihnen hier die Capronsäure zeige, denn der Geruch nach ranziger Butter, den die Buttersäure verbreitet, ist noch angenehm im Vergleiche mit dem penetranten Schweissgeruch der anderen flüchtigen Fettsäuren. Diese übelduftenden Stoffe sind also in der Kuhbutter in Form ihrer ganz harmlosen Glyceride versteckt, nur wenn die Butter ranzig wird, kommen sie in ganz geringen Mengen zum Vorschein und bedingen den scharfen Geschmack und widerwärtigen Geruch des Fettes.

Es gelingt leicht, den Gehalt eines Fettes an diesen flüchtigen und löslichen Fettsäuren zu ermitteln: sinkt er unter das nach mehrjähriger Erfahrung für Kuhbutter aufgestellte Minimum, so ist das Probeobject mit fremden Fetten vermischt, verschwindet er gänzlich, so enthält es gar keine Kuhbutter.

Die Ausführung derartiger Butterproben wird zu den Aufgaben der Untersuchungsanstalten für Nahrungsmittel gehören, welche die Regierung in Würdigung eines dringenden Bedürfnisses eben jetzt zu errichten im Begriffe steht.

Wenden wir uns nunmehr jenem Theile der Fabrik zu, in welchem Glycerin und Stearin erzeugt werden. Ein vorzügliches Material für deren Darstellung haben wir im Presstalg, dem nach dem Abpressen des Oleomargarins in den Tüchern verbleibenden Rückstande, bereits kennen gelernt. Die Kerzenfabrikation begnügt sich aber nicht damit allein, sondern verschlingt kolossale Mengen der verschiedenartigsten festen Fette, von welchen für unsere localen Verhältnisse Unschlitt, Knochenfett und Palmöl die wichtigsten sind.

Das erste, was uns in dem grossen Raume, den wir jetzt betreten, in die Augen fällt, sind einige mehr als stockhohe stehende eiserne Cylinder, Autoclaven, in welchen man hochgespannten Dampf auf die mit Wasser und etwas Kalk zusammengebrachten Fette einwirken lässt, wodurch dieselben verseift, nämlich in Glycerin und Fettsäuren zerlegt werden. Die Kalkmenge ist so gewählt, dass sie nur einen Theil der Fettmasse zu binden vermag; somit sind die Endproducte des Processes: freie Fettsäuren, deren Kalkseifen und Glycerin. Davon ist nur das letztere in Wasser löslich, so dass man die wässerige Flüssigkeit nur abzulassen und einzudampfen braucht, um Rohglycerin zu erhalten.

Das Gemenge von freien Fettsäuren und Kalkseifen kommt in grosse Bottiche, in welchen es mit verdünnter Schwefelsäure gekocht wird, um die Kalkseifen zu zersetzen und den darin enthaltenen Antheil der Fettsäuren in Freiheit zu setzen. Die Fettsäuren

sammeln sich im geschmolzenen Zustande als ölige Schichte auf der Oberfläche an, werden abgezogen, in viereckige Formen gegossen, nach dem Erstarren in Tücher geschlagen und in hydraulischen Pressen abgepresst. Der Zweck dieser Operation ist, die flüssige Oelsäure von den festen Fettsäuren zu trennen. Um dies möglichst vollständig zu erreichen, presst man die Kuchen ein zweites Mal, und zwar zwischen mit Dampf geheizten Platten ab, wobei freilich ein Theil der festen Fettsäuren mit ins Filtrat geht. Er scheidet sich aus dem öligen Antheil beim Stehen wieder zum Theil aus, wird gesammelt und neuerdings abgepresst.

Auf diese Weise erhalten wir zuletzt auf der einen Seite ein Gemenge von Stearinsäure und Palmitinsäure, welches in der Praxis und im gewöhnlichen Sprachgebrauche nicht ganz zutreffend Stearin genannt wird, auf der anderen Seite flüssige Fettsäuren, aus etwa 95% Oelsäure und 5% festen Fettsäuren bestehend.

Aus dem Stearin werden unsere Kerzen gegossen, eine Operation, die die meisten von Ihnen schon gesehen haben dürften und die ich heute um so weniger beschreiben will, als ich Sie auf ein berühmtes Vorbild meines heutigen Vortrages, auf Faraday's allgemein bekannte „Lebensgeschichte einer Kerze" verweisen kann.

Die flüssigen Fettsäuren, das Oleïn oder Elaïn des Handels, werden zur Seifenfabrikation verwendet.

Das letzte der Producte aus dem Rindertalg, mit welchem wir uns heute beschäftigen wollen, ist das Glycerin. Das Rohglycerin wird durch Destillation mit

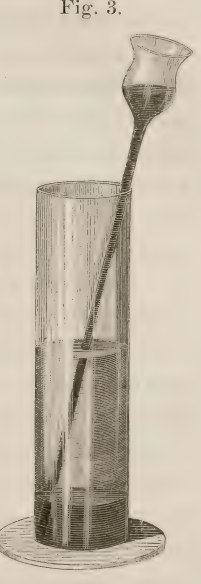
überhitztem Wasserdampf, eine Operation, über welche ich Ihnen ein anderes Mal mehr erzähle, in reines Glycerin verwandelt.

Der Name, welchen das Glycerin führt, besagt, dass dasselbe eine süsse, aus Fett dargestellte Substanz sei. Wenn Sie es auch noch nicht gekostet haben, so haben Sie doch im Laufe der Jahre schon sehr beträchtliche Mengen davon genossen, indem es einen natürlichen Bestandtheil der wichtigsten geistigen Getränke, insbesondere des Weines und Bieres ausmacht. Mit jeder Flasche guten Weines nehmen Sie im Durchschnitt 1 Deka Glycerin zu sich, und es ist speciell die sogenannte Vollmündigkeit von Wein und Bier durch den Glyceringehalt bedingt. Leider scheinen dies auch die Weinproducenten und Bierbrauer zu wissen, denn wir können nicht annehmen, dass die von ihnen bezogenen grossen Quantitäten Glycerin ausschliesslich im Kreise ihrer Familien als Cosmeticum Verwendung finden.

Das Glycerin ist farb- und geruchlos, von 1·26 specifischem Gewicht und somit schwerer als Wasser. Dies lässt sich leicht zeigen. Ein enges, hohes Glasgefäss (Fig. 3) ist zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Ich giesse nun durch das eingestellte Trichterrohr langsam Glycerin ein, welches ich, damit der Versuch auch in grösserer Entfernung sichtbar sei, vorher roth gefärbt habe. Sie sehen, dass die rothe Schichte auf dem Boden liegen bleibt, somit ist Glycerin schwerer als Wasser.

Rühre ich nunmehr um, so findet vollständige Mischung statt, Glycerin ist somit in Wasser löslich. Ganz reines Glycerin erstarrt bei 0⁰ zu Krystallen, die erst bei circa 20⁰ schmelzen. Dagegen gefrieren Mischungen von Glycerin mit Wasser erst bei einer weit unter 0⁰ liegenden Temperatur, weshalb man Gasuhren, welche in kalten Räumen aufgestellt sind, mit wässerigem Glycerin füllt.

Fig. 3.



Glycerin ist sehr zähflüssig. Ich habe diese beiden, unten zu einer feinen Spitze ausgezogenen Rohre so adjustirt, dass aus ihnen bis zur gleichen Höhe eingefülltes Wasser in derselben Zeit ablauft. Fülle ich nun das eine Rohr mit Wasser, das andere mit Glycerin, so beobachten Sie, dass das Glycerin weit langsamer abtropft, dass es sehr zähflüssig ist. Wenn ich die Zeiten, welche zur Entleerung der Rohre nothwendig sind, notire, so habe ich ein Mass für den Grad der Zähflüssigkeit oder Viscosität des Glycerins im Vergleiche mit Wasser. Auf demselben Principe beruhen die Viscosimeter, welche dazu dienen, zwei Oele in Bezug auf ihre Anwendbarkeit als Maschinenschmieröle zu vergleichen, indem bei sonst gleichen Eigen-

schaften das zähflüssigere Oel das zu diesem Zweck geeignetere ist.

Lässt man Glycerin in ein erkaltetes Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure allmälig einfliessen, so löst es sich auf. Nach einigem Stehen sammelt sich ein in Wasser unlösliches, gelbliches Oel an der Oberfläche an. Es ist dies Nitroglycerin, das wichtigste der gegenwärtig verwendeten Sprengmittel. Der bequemeren Anwendung halber wird es mit Kieselguhr zu einem fast festen Brei gemischt und in Papierhülsen gefüllt und bildet dann den Dynamit, über dessen Anwendungen ich wohl nichts zu erzählen brauche. Nur ein einziges mit seiner Hilfe in jüngster Zeit ausgeführtes Wunderwerk der Technik will ich erwähnen.

Im Hafen von New-York lag eine felsige Insel, welche die Schiffahrt beträchtlich hinderte. Poseidon hatte Jahrtausende die tosende Brandung dagegen getrieben und in finsteren stürmischen Nächten mit seinem gewaltigen Dreizack daran gerüttelt, ohne sie zu erschüttern; manchen Blitz hatte Zeus darnach geschleudert, ohne sie zu schädigen. Die Nachkommen des Prometheus haben einige enge Gänge in ihr Inneres gebohrt, den von Zeus verachteten, in Dynamit verwandelten Rindertalg hineingelegt und ein paar Drähte hin und her gezogen. Auf ein gegebenes Zeichen drückt ein kleines Mädchen auf einen Knopf, im selben Augenblicke steigt eine ungeheure Wassermasse gen Himmel, und als sich die Wellen wieder geglättet, ist die Insel verschwunden.

Mit dem Dynamit haben die Sterblichen den Blitz und Donner in ihre Gewalt gebracht, aber noch ein anderes von den glanzvollsten Attributen der alten Götter haben sie durch Verarbeitung des verschmähten Opferantheiles zu erringen gewusst. Mit dem aus den Knochen gewonnenen Phosphor entzünden sie im Nu und zu jeder Zeit das Feuer, welches ihnen einst von Prometheus vom Himmel geholt wurde und von Herd zu Herd weiter getragen werden musste, und wenn Phöbos Apollon sich ihnen am Abend abwendet, dann schaffen sie sich mit ihren aus Talg bereiteten Kerzen ein mildes und angenehmes Licht, welches ihnen die Nacht zum Tage macht.

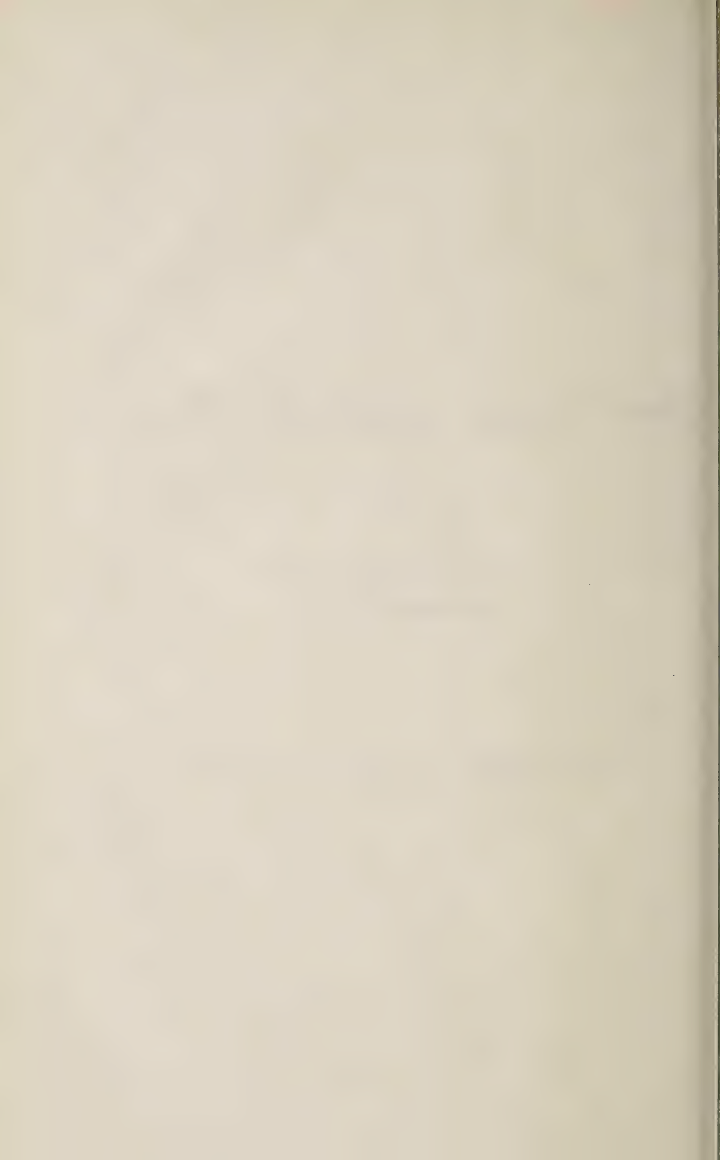


Der Vogel und sein Nest.

Von

DR. G. v. HAYEK
k. k. Regierungsrath.

Vortrag, gehalten den 22. December 1886.



Der Nestbau erscheint uns ganz ebenso als eine mit dem Begriffe „Vogel" unzertrennlich verbundene Eigenthümlichkeit wie das Fliegen, und einen Vogel, der kein Nest baut, betrachten wir ebenso als eine Ausnahme, wie einen Vogel der nicht fliegt, und so wie es der letzteren einige gibt — ich erinnere an den neuseeländischen Erdpapagei, der des Fliegen verlernte, an die flugunfähigen straussartigen Vögel, an den neuseeländischen Kiwi und die Fettgänse der antarctischen Zone — so gibt es auch Vögel, welche sich wenigstens theilweise den elterlichen Pflichten entziehen und kein Nest bauen. Zu diesen nach unserer naiven Beurtheilung entarteten Eltern gehört vor Allem der gemeine Kukuk *(Cuculus canorus), L.* der Anfangs April aus Egypten bei uns eintrifft und den Sommer bei uns zubringt. Jedermann kennt seinen eigenthümlich anheimelnden Ruf, doch nur selten wird er gesehen, da er sich im Buschwerk der Waldesränder und in den Wipfeln der inmitten der Felder stehenden Obstbäume wohl zu verbergen weiss und im Fluge seiner Färbung wegen von dem Unkundigen für einen Sperber gehalten wird. Nur um seine Nahrung zu ergreifen begibt er

sich auf den Boden und liest Würmer, Blutegel, Raupen oder saftige Beeren auf, vertilgt aber auch viele Eier kleinerer Vögel. Aber wie hassen sie ihn auch, die Ammern, Meisen, Drosseln, Grasmücken und Rothkehlchen, wie verfolgen sie ihn mit ohrenzerreissendem Lärm, sobald sie seiner nur gewahr werden! Und doch sind gerade sie diejenigen, welche für seine Fortpflanzung sorgen, seine Eier durch die Wärme ihrer kleinen Körper ausbrüten, seine Jungen auf Kosten ihrer Familie aufziehen müssen. Freilich geschieht die Einschmuggelung des fremden Eies nur selten in Gegenwart der Eigenthümer des Nestes, in aufdringlicher Weise, sondern meist in deren Abwesenheit. Der Kukuk legt sein Ei auf den Boden, nimmt es mit seinen weiten Kiefern in den geräumigen Schlund und lässt es dann sachte in das fremde Nest gleiten. Wie Murs uns belehrt, sind es nicht weniger als etwa 60 verschiedene Arten von Singvögeln, und viele von ihnen zählen zu den intelligentesten, welche sich von dem Kukuk überlisten lassen. Letzterer ist freilich klug genug, sein Ei nicht einfach dem fremden Gelege beizufügen, sondern vorerst eines der vorhandenen Eier herauszuwerfen; immerhin bleibt es höchst merkwürdig, dass Vögel, die meist nicht einmal eine Berührung ihrer Eier durch eine fremde Hand gestatten, dieses Treiben des Kukuks nicht bemerken oder dulden. Und doch werden Kukukseier, trotz aller Variationen, von jedem Ornithologen sofort als solche erkannt werden; sollte sich das Mutterauge täuschen lassen?

Diese Frage ist noch immer nicht gelöst. Das Eine jedoch steht fest: sobald einmal das Kukuksei im Neste liegt, macht die Pflegemutter keinen Unterschied mehr zwischen ihm und den eigenen Eiern und hält auch später den jungen Kukuk in unbegreiflicher Verblendung für ihr eigen Fleisch und Blut. Meist ist er es, der zuerst ausschlüpft und in instinctiver Bethätigung eines gesunden Egoismus durch allerlei Drehungen und Wendungen, scheinbar nur zufällig, die noch übrigen Eier aus dem Neste zu werfen versteht. Aber auch wenn ein oder das andere seiner Stiefgeschwister früher als der Kukuk ausgeschlüpft sein sollte, er weiss es, dank seinem rapiden Wachsthum, bald aus dem Neste zu drängen, ja soll sich unter dasselbe einzwängen und es durch einen kräftigen Ruck aus dem Neste schleudern. Und alle diese Schandthaten bleiben von den Pflegeeltern unbestraft; mit aufopfernder Liebe wird der Kukuk aufgeatzt, bis ihn die eigenen Schwingen auf den nächsten Ast tragen; selbst hier noch wird ihm eifrig Futter zugeschleppt, bis er, der eigenen Kraft bewusst, auf Nimmerwiedersehen abstreicht, gelegentlich auch noch, in seinem Heisshunger und seiner Plumpheit zugleich mit dem dargereichten Würmchen das zarte Köpfchen seiner Pflegerin erschnappend und dieselbe dadurch tödtend. Leider lassen sich hässliche Analogien im Menschenleben finden.

Auf ähnliche Weise wie unser Kukuk sorgen der in Südeuropa und Nordafrika vorkommende Heherkukuk (*Coccystes glandarius* Glog.), der Bronzekukuk

Australiens und Neu-Caledoniens und manche den Trupialen verwandte exotische Vögel für ihre Nachkommenschaft, während andere Kukuksvögel, wie der Madenfresser *(Crotophaga)* aus den südamerikanischen Savannen, regelrecht brüten. Ja sogar unser Kukuk soll unter Umständen ein plumpes Nest bauen oder ein verlassenes fremdes dazu benützen, sein eigenes Gelege auszubrüten.

In der Ordnung der Scharrvögel begegnen wir einem zweiten Beispiele von Vögeln, welche nicht brüten und sich überhaupt um das Schicksal der von ihnen gelegten Eier, nachdem sie die ersten nothwendigsten Vorkehrungen getroffen haben, nicht weiter bekümmern. Freilich ist der Nesterbau der Scharrvögel überhaupt ein kaum nennenswerther. Auerhühner, Rebhühner, Fasanen etc. legen ihre Eier in eine aus einigen Zweiglein sorglos hergestellte Nestmulde oder in eine durch Moos weich gemachte Bodenvertiefung, aber sie brüten mit Ausdauer und widmen sich mit Hingebung der Aufzucht der Jungen. Anders die Fusshühner *(Megapodiidae)* in Australien, Neu-Guinea, den Philippinen und Celebes. *Megapodius Wallacei* und der sogenannte Maléo scheinen sich die Schildkröten zum Vorbilde genommen zu haben und legen ihre Eier einfach in den Sand ab; dieselben dann mit Sand zudeckend, überlassen sie der Tropensonne die Ausbrütung. Die Jungen kommen gänzlich befiedert aus dem Ei und suchen sich selbst durchs Leben weiter zu helfen. Die Mehrzahl der übrigen Fusshühner

jedoch errichtet Haufen aus Dammerde und verwesenden Vegetabilien, die oft 2 Meter hoch werden und in der Basis 4 bis 4·5 Meter im Durchmesser haben, um in dieselben die Eier abzulegen und es der durch den Verwesungsprocess erzeugten Wärme zu überlassen, dieselben auszubrüten. Viele Weibchen vereinigen sich zu gemeinsamer Arbeit, indem sie in einem Umkreise von oft 45 Metern im Durchmesser die ihnen zusagende Dammerde, welkes Laub, Zweiglein und so weiter, mit ihren kräftigen Füssen nach einem Centrum zusammenscharren, bis ihnen der Aufbau des Bruthügels gelungen ist. Letzterer besteht in der Mitte, wo die Eier liegen, aus Blattfragmenten und Dammerde, weiter aussen aus ganzen welken Blättern und verwesenden Pflanzen und in seiner äussersten Schichte aus Zweigen und frischen Pflanzen. In diesen Hügeln findet man die Eier meist regellos verstreut, seltener in regelmässiger, concentrischer Anordnung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Bericht der Eingeborenen, welche behaupten, der Hahn bahne den ausgeschlüpften Küchlein einen Weg ins Freie, ein Phantasiegemälde sei und dass diese kräftigen Thierchen sich selbst den Weg ins Freie bahnen.

Der Strauss, der Emu und Kasuar Australiens, der Molukken und Neu-Guineas, der südamerikanische Nandu, alle diese grossen, flugunfähigen Vögel machen sich den Nestbau sehr leicht, indem sie die Eier einfach in eine Grube am Boden hinlegen und auch das Bebrüten nur zeitweilig vornehmen. Der Strauss zum Beispiel,

ein in Polygamie lebender Vogel, gewöhnlich in Trupps von einem Männchen und vier bis fünf Weibchen umherstreichend, brütet in den Aequatorialgegenden des Tages niemals, sondern bedeckt die Eier nur mit Sand, den die Tropenzone heiss genug erhält, um die Brutwärme zu erhalten. Des Nachts jedoch, wo die Wärmestrahlung des Bodens eine ungemeine Abkühlung zur Folge hätte, brütet das Männchen ohne aufzustehen. In der Nähe des Caps der guten Hoffnung brüten des Tages die Weibchen, des Nachts das Männchen, da hier ein einfaches Zudecken der Eier mit Sand die Brutwärme zu erhalten nicht im Stande wäre.

Am bequemsten machen sich die Sache ohne Zweifel die Ziegenmelker, welche freilich im Stande sind, ihre Eier mit Leichtigkeit in ihrem Riesenmaule davonzutragen, wenn Gefahr naht; nur einer von ihnen, der Fettvogel, *Steatornis caripensis* Humb., den Humboldt im Thale Caripe in Venezuela entdeckte und der auch in der Lebensweise von seinen Verwandten abweicht, indem er des Tages in tiefen Höhlen verborgen lebt, des Nachts jedoch gemeinsam seine aus saftigen Früchten bestehende Nahrung sucht, die ihn ungemein fett macht, sollte auch in dieser Beziehung von ihnen abweichen. Während die übrigen ihre Eier ohne jedwede Vorbereitung auf die Erde legen, sollte der Fettvogel ein Nest bauen, doch erwies sich dasselbe als eine zufällige Mischung des Kothes der alten und jungen Vögel mit der schwarzen Erde der von ihm bewohnten Höhlen. Auch der in Süd- und West-Austra-

lien und auf Tasmanien lebende Erdsittich *(Pezoporus formosus* Illig.), der durch sein behendes Umherlaufen auf Sand- und Moorboden auffällt, legt seine Eier frei auf den nackten Boden.

Von ausserordentlicher Einfachheit ist das Nest der meisten Stelzvögel, der Trappen, Triele, Kibitze, Regenpfeifer, Austernfischer und Strandläufer und vieler Hühner, der Wachtel, des Rebhuhnes, des Auerhuhnes und des Fasans. Kaum von einem dichten Rasenbüschel verdeckt, befindet sich im Boden eine Grube, welche der Vogel selbst dadurch herstellt, dass er sich niederdrückt und im Kreise dreht und dabei mit der Brust und den Füssen arbeitet, und welche später mit Strohhalmen, dürrem Laub oder Wasserpflanzen ausgekleidet wird.

In ähnlicher Weise nistet die Lerche auf unseren Feldern.

Schon viel besser sieht das Nest der Steinröthel in Felsspalten und der Steinschwätzer auf Wiesen aus. Es bildet bereits eine Art Korb, der zwar noch nachlässig, aber schon fest aus Wurzeln, Kräutern und Moosen zusammengefügt und aussen mit Rosshaaren oder Federn verziert ist.

Nester bauen auch die Möven und Seeschwalben, aber, wo es angeht, suchen sie die Nachbarschaft anderer nistender Seevögel auf, um denselben Nestmateriale zu stehlen, das Futter wegzuschnappen oder gar mit unglaublicher Frechheit dieselben aus den eigenen Nestern zu vertreiben, kurz, auch sie wollen

es sich so bequem als möglich einrichten. Unzählige Schaaren von brütenden Möven sieht man auf den Lofoten, dicht gedrängt den sumpfigen Boden bedeckend; ihre Nester sind jedoch sehr verschieden in ihrer Ausführung, bald regelmässig angeordnet und auch äusserlich nett hergestellt, bald einfachen Pflanzenhaufen gleichend, die bunt untereinander geworfen scheinen und nur durch die auf ihnen ruhenden grauen oder grünlichen, braungefleckten Eier sich als Nester zu erkennen geben.

Ebenso gesellig nisten die Scharben, vorzüglich auf der südlichen Halbkugel, wo sie auf den Falklands-Inseln in Gesellschaft der Fettgänse, auf der Insel Santa Magdalena jedoch für sich allein unermessliche Brutcolonien bilden, die Cunningham folgendermassen beschreibt:

„Indem wir unseren Weg quer durch die Insel fortsetzten, erreichten wir endlich einige jener grossen Bodensenkungen, welche die Scharben *(Graculus carunculatus)* zu Brutplätzen auserwählt hatten. Die Vögel waren auf ihren Nestern zu vielen Tausenden vereinigt, ohne jede Uebertreibung, und bildeten eine einen Raum von mehreren Yards bedeckende, compacte schwarze Masse. Kaum hatten wir begonnen sie aufzuscheuchen, so erhoben sie sich alle zugleich in die Lüfte, mit einem Lärm, der dem eines heftigen Windes glich, und spannten vor uns eine Art von Vorhang aus, der uns den Anblick des Himmels fast gänzlich entzog; zu gleicher Zeit flog mit ihnen eine Anzahl von Raub-

möven auf und vereinigte ihre kreischenden Rufe mit denen des aufgescheuchten Schwarmes. Die Nester bestanden aus kleinen, regelmässig gestalteten Hügeln mit leicht erhöhtem Gipfel und waren in nahezu mathematischen Reihen, genau einen Fuss weit von einander entfernt, angeordnet. Diese Hügel waren aus Pflanzen und verdorrtem Rasen hergestellt und mittelst Erde und Guano zusammengekittet, so dass sie eine feste Masse bildeten; sie enthielten durchschnittlich ein bis drei grünlichweisse Eier, die meist die Grösse eines Hühnereies hatten und in Folge des Vorhandenseins einer Kalkkruste über der Schale eine rauhe Oberfläche zeigten."

Die Tölpel brüten an den Küsten Perus und Chiles in solchen Mengen, dass durch ihre Abfälle jene mächtigen Guanoablagerungen auf den Chincha-Inseln und den benachbarten Küsten Südamerikas entstanden, welche durch ihre Mächtigkeit den Beweis liefern, dass dieselben Brutplätze seit einer Reihe von Jahrhunderten benützt werden.

Ebenso ausgedehnte Brutcolonien bilden die Fettgänse auf Feuerland, den Falklands-Inseln, der Campbell-Insel und der Insel St. Paul. Auf dieser letzteren fand Vélain zwei Colonien vor, deren grössere leider auf unerreichbaren Felsenriffen nistete, während die andere, nahe dem Gipfel eines hohen Berges gelegen, leichter erreicht werden konnte. In letzterer bildeten die Fettgänse, zu Gruppen von 200 bis 300 vereint, eine Anzahl von Ortschaften, wenn der Ausdruck

gebraucht werden darf, die staffelartig auf einem Plateau von 200 Meter Höhe übereinander angeordnet waren und bis zu den Böschungen des Gipfels in der Höhe von 254 Metern reichten. Vélain beschreibt sie wie folgt:

„Ihre Nester waren nicht, wie man meinen sollte, unregelmässig in den Vertiefungen der Laven zerstreut, sondern im Gegentheile mit einer gewissen Symmetrie angeordnet und erschienen in Reihen längs der Gänge angelegt, die mitten durch das hohe Gras führten, das den Torfboden des Berges bedeckte. Jede Abtheilung dieser seltsamen Vogelanhäufungen erhielt von uns bald ihren besonderen Namen; eine der zahlreichsten hiess, ihrer Wichtigkeit wegen, Pinguinville. Es war dies in der That die merkwürdigste Carricatur einer kleinen Stadt, welche man sich nur denken kann; die Strassen, die Sackgassen, die Strassenecken belebt von einer lärmenden Schaar, die öffentlichen Plätze, auf welchen die Vögel zusammentrafen, um sich miteinander zu besprechen, bevor sie in kleinen Trupps zum Meere herabstiegen, nichts von allem dem fehlte, selbst nicht die tratschenden Frau Basen und solche, die im Umkreise der Nester zankten.

Es ist in der That schwierig, eine Erklärung dafür zu finden, warum Vögel, denen das Gehen thatsächlich Schwierigkeit macht, zur Errichtung ihrer Nester einen so hoch liegenden Punkt erwählten, den sie nur nach Ueberwindung der grössten Schwierigkeiten zu erreichen vermögen, um so mehr, als sie

bevor sie zu ihm gelangen, mehrere ebenso blossliegende Terrassen passiren müssen als diejenige ist, die sie sich auserwählt haben, deren freie Lage ganz dieselbe ist, und die doch den Vortheil bieten würden, leichter erreichbar zu sein. Der mühselige Aufstieg, zu dem sie auf diese Weise gezwungen waren, erforderte für sie nicht weniger als einen halben Tag; es fiel ihnen jedoch nicht bei, täglich zum Meere herabzusteigen; sie wussten es so einzurichten, dass sie von jeder Excursion mit einem Futtervorrathe zurückkehrten, der für sie eine Woche lang vorhielt . . . . . . Bei unserer Ankunft, im October, waren die Fettgänse mitten im Brutgeschäfte. Jedes Paar, streng vereint, hatte zwei ziemlich grosse, fast runde, schmutzigweisse, manchmal mit einigen kleinen gelbrothen Flecken gezierte Eier. Das Männchen und Weibchen theilten sich in das Brutgeschäft und lösten sich auf dem Neste ab, auf welchem sie, gleich allen anderen Vögeln, auf dem Bauche lagen. Jedes von ihnen stieg abwechselnd zum Meere herab und kam verlässlich zu seinem Neste zurück, welches es inmitten so vieler anderer herauszufinden wusste, die in unseren Augen einander vollständig gleich waren. "

Unsere nordischen Wildgänse hingegen halten streng paarweise zusammen und nisten in den unzugänglichsten Winkeln der Moräste. Jedes Paar beherrscht ein abgegrenztes Gebiet. Das Weibchen sammelt Aeste, Schilfhalme und Kräuter und verfertigt durch deren Ineinanderschlingen das Gerüst des Nestes,

wobei es oft weite Flüge unternimmt, um das erforderliche Materiale aufzutreiben; das Innere des Nestes wird mit Pflanzenstengeln und mit Dunen, die sich das Thier selbst an der Brust ausrupft, und die dazu dienen, die Eier zuzudecken, wenn sich das Thier während des Brütens auf kurze Zeit entfernt, ausgekleidet. Auf gleiche Weise wird das Nest der Wildente angefertigt, liegt aber meist an trockenen Stellen, manchmal selbst auf Bäumen. Die Nester der Eiderente liefern uns in den von dem Thiere selbst ausgerupften Dunen jenen kostbaren Flaum, der so theuer bezahlt wird. Die Schwäne verfertigen ein Nest aus Wasserpflanzen, das mit trockenen Binsen ausgekleidet ist, und manchmal, nicht mehr ans Ufer gelehnt, ein schwimmendes Floss darstellt, stark genug, um beide Alten und die Jungen zu tragen. Da haben wir bereits das schwimmende Nest, wie es dem Teichhuhn *(Gallinula chloropus)* und dem Blässhuhne *(Falica atra)* eigenthümlich ist. Während aber letzteres ein trockenes, schwimmendes Nest baut, das die Eier stets trocken erhält, sind die Nester des Haubensteissfusses *(Podiceps cristatus)* stets aus nassen Pflanzentheilen hergestellt und die Eier beständig nass, da das Thier bei dem Verlassen des Nestes dieselben mit triefenden, vom Grunde des Gewässers heraufgeholten Pflanzen bedeckt, um das Nest ganz unkenntlich zu machen.

Einen reizenden Anblick gewähren die korbförmigen Nester der Rohrdrossel *(Acrocephalus turdoides)* und des Teichrohrsängers *(Acrocephalus arundinaceus)*, welche

an fünf bis sechs Schilfhalmen, in einer Höhe von etwa 1 Meter über dem Wasserspiegel, befestiget sind. Aus Blättern, Nesselfasern, Würzelchen, Samenhaaren und Spinngeweben sorgfältig angefertigt, wiegen sich diese luftigen Behausungen im Winde, und wer vorsichtig das benachbarte Schilf auseinanderschiebt, kann die Vögelchen während der vierzehntägigen Brutperiode ruhig auf ihren Eiern sitzen sehen.

In der Nähe des Wassers liegt auch stets das Nest der Wasseramsel *(Cinclus aquaticus)*; aber schäumendes tosendes Gebirgswasser will dieser Vogel haben und liebt es sogar, sein Nest unter Wasserfällen anzubringen, die er durchfliegen muss, wenn er zum Neste oder aus ihm heraus will. Das Nest, aus Zweigen, zarten Kräutern, einigen Buchen-, Epheu- und Ahornblättern hergestellt, trägt einen dichten Ueberzug aus Moos.

Betrachten wir nun die in Höhlen und den Höhlungen alter Bäume angebrachten Nester. Was für eine bewundernswerthe Ausdauer entwickelt die Uferschwalbe *(Cotyle riparia)*, dieser kleine Vogel mit den breiten, doch kurzen Kiefern und den schwachen Füsschen, bei Anfertigung ihrer Gänge in den Ufern der Flüsse, oder auch weit entfernt von solchen, in ihr zusagenden Lösswänden. Nur selten schenkt ihr der glückliche Zufall eine natürliche Höhlung, die sie verwenden kann. Meist muss sie dieselbe selbst anfertigen, indem sie 8 Centimeter breite und $^1/_2$ bis 2 Meter lange Gänge aushöhlt, in etwas schräg nach oben zu-

laufender Richtung, auf dass sich das Regenwasser nicht in denselben ansammeln könne. Jedem Steine, jeder starken Wurzel muss das schwache Vögelchen ausweichen, so dass der Bau oft durch Windungen verlängert wird, und gar oft muss, wenn sich unbesiegbare Schwierigkeiten entgegenstellen, die Arbeit an einer neuen Stelle wiederholt werden. Daher die zahlreichen Löcher an den betreffenden Wänden, weit zahlreicher als die wirklich bewohnten Nester.

Ganz ähnliche Bauten fertigt der Eisvogel *(Aleedo ispida)* an; tief im Innern derselben legt das Weibchen seine glänzend weissen Eier auf eine Unterlage von Fischgräten ab.

Die ganze Westseite des Kraters der Insel St. Paul ist von den Nestkammern eines Sturmvogels *(Prion turtur)* durchwühlt und die Küsten Australiens erscheinen stellenweise siebartig durchlöchert, von den Eingängen zu den Bauten eines Sturmtauchers *(Puffinus brevicaudatus)*. Auf einigen Inselchen in der Nähe der Küste der Bretagne legen die Larventaucher *(Mormon fratercula)* im Torfboden unterirdische Bauten an, wie anderwärts die Kaninchen, wobei ihnen ihr beilförmiger Schnabel gute Dienste leistet. Der Wiedehopf liebt es, sein unreinliches und stinkendes Nest in hohlen Bäumen anzulegen, obgleich es in unbewohnten Gegenden auch im Freien angetroffen wird und Pallas eines sogar im Brustkorbe eines von der Sonne gebleichten menschlichen Skeletes mitten in der Steppe fand — alle sind aber gleich unappetitlich.

Bekanntlich nisten auch die Spechte in Baumhöhlungen, die sie mittelst ihres kräftigen Schnabels anfertigen, und diese Höhlungen werden später von kleineren Vögeln, Baumläufern, Meisen etc., in den Tropen von kleinen Papageien bezogen. Aehnliche Baumhöhlen beziehen die Nashornvögel, nur mit dem Unterschiede, dass bei diesen, wenigstens hat man dies bei dem zweihörnigen Nashornvogel *(Buceros bicornis)* beobachtet, das Weibchen von dem Männchen eingemauert wird, indem letzteres mit seinem Kothe den Eingang zum Neste bis auf eine Oeffnung für den Schnabel des Weibchens schliesst und letzterem während des Brütens Futter zuträgt. Erst wenn die Jungen ausgeschlüpft sind, wird die Mauer aus dem einstweilen erhärteten Kothe wieder niedergerissen.

Eines der interessantesten Nester baut der Lehmhans *(Furnarius rufus)* in den Steppen und Savannen Südamerikas, ein rostbrauner Vogel von Drosselgrösse, der wegen seines unbedeutenden, aber lieblichen Gesanges allgemein beliebt ist, und als katholischer Vogel, der den Sonntag gebührlich heiligen soll, indem er nie an einem solchen sein Nest baut, in hohen Ehren steht. Das Nest besteht aus einer im Verhältnisse zur Grösse des Erbauers riesigen Lehmkugel und wird von Azara folgendermassen beschrieben:

„Der Töpfervogel baut sein Nest an einem in die Augen fallenden Orte, auf einem dicken, blattlosen Ast, auf die Fenstergesimse der Häuser, auf die Kirchenkreuze, Umzäunungen oder Pfähle, die mehrere Fuss

hoch sind. Es hat die Form einer Halbkugel und ist aus Erde gebildet. Männchen und Weibchen arbeiten gemeinsam daran und jedes trägt eine Lehmkugel von Nussgrösse herbei, welche sie zurecht treten und abwechselnd herbeischaffen. Der äussere Durchmesser des Baues beträgt $6^1/_2$ Zoll, die Wanddicke 1 Zoll. Die Eingangsöffnung, welche an der Seite liegt, ist doppelt so hoch als breit. Das Innere wird durch eine Scheidewand in zwei Räume geschieden, die am Rande des Flugloches anhebt und nach Art einer Schneckenwindung sich nach innen erstreckt. Sie endigt mit einer als Eingang zu einer inneren Kammer dienenden Oeffnung. Dort sind auf einer Unterlage von Gras vier zugespitzte Eier zu finden, roth gesprenkelt auf weissem Grunde und 9 bis 10 Linien lang. Diese Vögel geben sich nicht alljährlich die Mühe, ein neues Nest zu bauen, da das alte selbst den heftigsten Regengüssen lange Zeit widersteht."

Dieses Nest ist das Werk eines Maurers und führt uns daher zu den Nestern der Schwalben und Segler, deren erstere man als wahre Meisterwerke betrachten kann. Vorzüglich gilt dies von dem Neste der Stadtschwalbe *(Chelidon urbica)*, welches, in Mauerwinkeln, Säulencapitälen, unter dem Vorsprunge von Dächern u. s. w. angebracht, nur ein kleines Flugloch, dem Körper des Vogels angepasst, offen lässt und aus Erde und Strohhalmen, die durch den klebrigen Speichel der Thiere zu einer festen Masse vereinigt werden, besteht. Die Vögel brauchen vierzehn Tage zu dessen

Bau, und es kann uns daher nicht Wunder nehmen, dass sie dasselbe alljährlich beziehen, wenn sie es noch vorfinden, was Spallanzani durch Experimente sicherstellte. Freilich können die Vögel nicht überall über menschliche Wohnungen, die sie bevorzugen, verfügen und bauen z. B. in den Alpen oft an Felsen, wie sie dies in prähistorischer Zeit wohl fast ausschliesslich thun mussten. Das Nest der Rauchschwalbe *(Hirundo rustica)* ist ähnlich beschaffen, hat aber einen ganz offenen Rand. Natürlich sind derlei wohnliche Nester eine starke Verlockung für andere Vögel, sich derselben gewaltsam zu bemächtigen, und namentlich der freche Spatz versucht es, sich derselben zu bemächtigen, wird jedoch meistens durch die vereinten Angriffe sämmtlicher Schwalben der Umgebung wieder vertrieben. Dass er thatsächlich gelegentlich eingemauert werde, erschien mir bis vor Kurzem, angesichts seines kräftigen Schnabels, unglaublich; doch sah ich in Merrekül, in Esthland, ein solches zugemauertes Schwalbennest, aus dem der Schwanz des Spatzen noch hervorragte, ein Beweis, dass derselbe gar keinen Versuch machte, sich zu wehren, sondern mit dem Rücken gegen seine Angreifer gekehrt, in eigensinniger Verstocktheit sein Verhängniss erst gewahr wurde, als es zu spät war.

Eine ganz neue, sehr merkwürdige Thatsache publicirt Louis Petit in der von Blasius und mir herausgegebenen Zeitschrift „Ornis“ über die im Congostaate häufige *Hirundo Poucheti.* Diese Schwalbe benützt

die unterirdischen Bauten verschiedener, die Grassteppen bewohnender Nagethiere, nachdem dieselben von den ursprünglichen Insassen verlassen worden sind, was regelmässig sofort nach dem Aufhören der Regenzeit geschieht, da diese Grassteppen um diese Zeit von den Eingebornen in Brand gesteckt werden. Die Nagethiere kehren erst zur Regenzeit in ihre Wohnungen zurück, und in der Zwischenzeit werden dieselben von den Schwalben benützt. Diese unterirdischen Gallerien haben beiläufig einen Meter Länge und bilden einen stumpfen Winkel mit zwei Ausgängen. An der tiefsten Stelle legt die Schwalbe auf einige Grashalme ihre Eier ab und bebrütet dieselben nur des Nachts, da des Tages die Erde von der Tropensonne hinreichend erhitzt wird, um Brutwärme zu erzeugen.

Spielt der Speichel schon bei dem Bau der Schwalbennester eine bedeutende Rolle, so ist dies in noch viel höherem Grade bei dem der Nester der Segler der Fall. Freilich bauen dieselben am liebsten gar nicht, sondern vertreiben Staare, Spatzen und Schwalben aus deren Heim, um sich desselben zu bemächtigen. Wo dies jedoch nicht angeht, leimen sie Alles, was ihnen unterkommt, geraubtes fremdes Nestmateriale, Blätter, Papier, Heu, Leinwandlappen u. s. w. mit ihrem leimartigen Speichel zu einer festen Masse zusammen und verfertigen daraus ihr Nest. In den Höhlen der Berge von Landana entdeckte Louis Petit, wie gleichfalls die „Ornis“ mittheilt, die Nester des *Cypselus Sharpei*, welche aus kreideartiger Erde und feinem,

weissen Sande bestanden, der gleichfalls nur durch den Speichel des Vogels zu einer festen Masse vereinigt war.

Segler sind es auch, welche die sogenannten essbaren Schwalbennester verfertigen, nicht aber, wie noch allgemein geglaubt wird, *Collocalia esculenta*, sondern *Collocalia Linchi.* Unter ersterem Namen vereinigte man bis vor Kurzem eine Menge verwandter Arten, bis in jüngster Zeit das genauere Studium dieser Vögel den Gegenstand aufklärte. *Collocalia Linchi* nistet ausschliesslich auf Java, in Höhlungen senkrecht ins Meer abstürzender Felswände, welche so gelegen sind, dass die Vögel bei unruhigem Wetter mitten durch die Brandung ihrem Neste zufliegen müssen. An den Wänden der Höhlen sitzen die Nester gruppenweise zu sechs bis zehn so dicht bei einander, dass sie gewaltsam auseinander gerissen werden müssen. Die Chinesen machen aus diesen Nestern seit langer Zeit her eine Suppe, der sie sehr kräftigende Eigenschaften zuschreiben, und wir Europäer machen ihnen dies nach — wenn es unsere Mittel erlauben. Die holländische Regierung, welche die Erbeutung der Nester als ihr Monopol behandelt, beschäftigt jährlich 1500 Menschen mit dem Sammeln derselben und eine einzige Höhle, die von Karang-Kalong, lieferte drei Jahre hintereinander jährlich 300.000 Nester im Werthe von etwa 1 Million Gulden. Das Einsammeln der Nester ist eine schwere und gefährliche Arbeit, bei welcher sich die Menschen an Strickleitern oft 30 Meter tief bis zum

Eingange der Höhle herablassen müssen, jeden Augenblick in Gefahr, durch das Schwanken derselben an den Felsen zerschellt zu werden. Bei der Höhle angelangt, muss der Arbeiter zwei horizontale Taue in passender Höhe anbringen, auf deren unterem er gleich einem Seiltänzer weiter schreitet, während er sich mit der einen Hand an dem oberen Seile hält und mit der anderen mittelst einer Schaufel die Nester von der Wand ablöst.

Der geniessbare Theil des Nestes besteht ausschliesslich aus dem erhärteten Speichel des Vogels, dessen Hauptbestandtheil der Chemiker Payen mit dem Namen Cubilose bezeichnete. Aeusserlich und innerlich wird das Nest mit Pflanzen und Federn beklebt und vervollständigt, welche natürlich nicht mitgegessen werden, sondern abgekratzt werden müssen. Le Noir beschreibt die Anfertigung der Suppe wie folgt:

„Um die Suppe anzufertigen, gibt man in einen halben Liter Wasser 120 Gramm der kostbaren Substanz, eine Menge, welche einem oder einem und einem halben Neste gleichkommt; dies lässt man zwei Stunden lang kochen und die Suppe ist fertig.“

In China kostet eine Portion Suppe 12 Francs, in Hamburg, wo sie den Namen Soupe de Batavia führt, 4 Mark. Ein Nest kostet in Paris 4 Francs 50 Ctm. bis 5 Francs.

Sie soll sehr wohlschmeckend sein, jedenfalls ist sie nahrhaft, da sie 9 % Stickstoff enthält.

Bernstein beobachtete zwar nicht *Collocalia Linchi*, wohl aber die derselben sehr nahestehende *Collocalia fuciphaga* bei dem Bau des Nestes. Wir wollen ihn selbst sprechen lassen.

„Wenn der Kussappi (der Name des Vogels in Java) den Bau seines Nestes beginnt, fliegt er gegen die Stelle, die er sich ausgewählt, zu und heftet seinen Speichel mit der Zungenspitze an den Felsen; zehn-, zwanzigmal nacheinander wiederholt er den Vorgang, ohne sich jemals weit zu entfernen, und beschreibt auf diese Weise einen Halbkreis oder eine Hufeisenform. Der Speichel trocknet sofort ein und das Nest besitzt eine Basis, auf der er sich niederlassen wird. Der Kussappi verwendet verschiedene Pflanzenstoffe, welche er mit seinem Speichel zusammenklebt; die echte Salangane wendet ausschliesslich letztere Flüssigkeit an. Sie setzt sich auf das Gerüste ihres Nestes und verfertigt hierauf, den Kopf abwechselnd nach rechts und links wendend, die Wandungen und erzeugt so die geschichteten Streifen. Während der Arbeit mögen einige Federn an dem Speichel kleben bleiben. Die durch das Anschwellen der Drüsen hervorgerufene Reizung zwingt den Vogel auch manchmal, sie durch Pressen und Reiben zu entleeren. In diesem Falle können Verletzungen entstehen und sich einige Blutstropfen dem Speichel beimengen. Die Absonderung des letzteren steht mit der Lebensweise des Vogels im Zusammenhange, und dies erklärt uns, warum die Salanganen zu gewissen Zeiten ihre Nester rascher bauen

als zu anderen; im ersteren Falle haben sie Nahrung in Fülle, im letzteren darben sie.“

Afrikanische Segler kleben ihr Nest nicht selten an ein Palmenblatt, welches, durch dessen Gewicht lothrecht, mit der Spitze nach abwärts gerichtet wird, wodurch das Nest gänzlich die Stellung eines Wandkorbes annimmt. Aehnliche Nester bauen gewisse Kolibris, z. B. *Glaucis hirsuta.* Andere Kolibris bauen ihre Nester an Baumstämme und wissen dieselben äusserlich so täuschend mit Flechten zu verkleiden, dass sie wie knorrige Auswüchse des Baumes aussehen. Ganz ähnlich präsentirt sich das Nest unserer Schwanzmeise.

Wie ganz anders sehen die Nester der grossen Raubvögel aus. Diese haben nicht nöthig, dieselben zu verkleiden und unkenntlich zu machen — wehe dem Unbefugten, der sich demselben nähern wollte. Diese riesigen Horste bestehen im Wesentlichen aus plumpen Aesten, die, sich durch die eigene Schwere gegenseitig verklammernd, eine feste Basis herstellen. Meist enthalten sie neben der zum Brüten bestimmten Vertiefung eine Plattform, eine Art Tisch, auf welchem den Jungen das blutige Mahl hergerichtet wird. Das Innere des Nestes erinnert an ein Leichenfeld, fand doch Bechstein in einem Adlerneste die Reste von nicht weniger als 40 Hasen und 300 Enten! Doch vornehm und stolz gestatten die grossen Raubvögel den kleineren Vögeln, in unmittelbarer Nähe des Horstes, ja in den Höhlungen der Wände desselben zu nisten, und man wird selten ein Adlernest finden, an

dessen Aussenwand nicht zahlreiche Spatzennester angebracht sind. Die Kleinen mag ein wohlthuendes Gefühl der Sicherheit beseelen, denn dem Adler sind sie selbst zu unbedeutend, um beachtet zu werden, und Sperber und Falke meiden wohlweislich die Burg des Königs der Vögel.

Interessant ist das Nest der Elster, welches, gleichfalls plump und weit sichtbar, einem Horste im Kleinen ähnelt. Dieser Vogel ist der Fuchs unter den befiederten Geschöpfen, und wer daran zweifeln sollte, den wird folgende Thatsache überzeugen. Die Elster weiss, dass sie niemanden ärger zu fürchten hat als den Menschen, der sie mit vollem Rechte überall verfolgt. Gegen minder gefährliche Feinde schützt sie ihr Nest durch richtig verwendetes Dorngestrüpp der spitzigsten Sorte, gegen den Menschen bringt sie List in Anwendung. Ganz früh des Morgens und spät Abends baut sie an ihrem Neste, in der Zwischenzeit baut sie zwei bis drei andere Nester, die gar nie dazu bestimmt sind, ihre Eier aufzunehmen, sondern nur die Aufmerksamkeit des Menschen von dem wahren Neste ablenken sollen. Sieht sie sich bei dem Bau beobachtet, so heuchelt sie wahres Entsetzen, flattert ängstlich in unmittelbarer Nähe des Scheinnestes umher, kreischt ängstlich und stellt sich erst nach Entfernung des Störenfriedes beruhigt, emsig weiterbauend, als bemerkte sie nicht, wie sich der Beobachter während des Fortgehens umsieht. Ueberrascht man sie jedoch bei dem Baue des echten Nestes, so nimmt sie ein

Benehmen an, als ginge sie dieses Nest gar nichts an, sondern trachtet den Besucher nach dem Trugneste zu lenken, wo sie wieder die Rolle der besorgten Mutter und Hausfrau mit vollendeter Heuchelei spielt.

Der Schneidervogel *(Orthotomus Bennettii)* in Indien und Burmah näht die Ränder eines grossen Blattes, meist die eines Kaffeebaumes, mittelst eines Baumwollfadens, den er irgendwo aufgelesen oder herausgezogen hat, zusammen und verfertigt sich in der auf diese Weise entstandenen Düte sein Nest. Manchmal werden auch zwei oder mehrere benachbarte Blätter zusammengenäht, und zwar in der Weise, dass der Vogel zuerst mittelst seines spitzen Schnabels die Ränder des Blattes durchlöchert und hierauf den Faden abwechselnd durch- und zusammenzieht, ohne zu vergessen, an beiden Enden desselben den nöthigen Knopf zu machen. Die Blätter bleiben an ihren Stielen hängen und schaukeln im Winde.

Die Nester führen uns zu den hängenden Nestern hinüber, deren bekanntestes das der Beutelmeise ist. Es gleicht einem aus lockerem Filze angefertigten Sacke, der im Wesentlichen aus den Samenhaaren von Pappeln, Weiden und Compositen besteht, die durch zähe Würzelchen und Pflanzenfasern kunstvoll zusammengewebt sind. Das Nest hängt, um jedem Unberufenen unzugänglich zu sein, über einem Wasserspiegel an den äussersten Enden von Zweigen.

Auch unser gemeiner Pfingstvogel verfertigt ein hängendes Nest, wenngleich dasselbe nicht wie ein

solches aussieht. Stets ist dasselbe in den Gabelzweigen eines Astes angebracht und wird auf folgende Weise angefertigt. Die Enden von Nessel- oder Hanffasern werden mittelst des Speichels des Vogels an die Gabelzweige befestiget, wobei das Männchen und Weibchen gemeinsam arbeiten, sich die freien Enden des Fadens gegenseitig hinreichend. Eine Menge solcher Fäden, nach allen Richtungen sich kreuzend, bilden eine Art Hängematte, in welche erst Baumrinden und Pflanzen als solide Basis des Nestes eingebettet werden. Letztere Auskleidung dieser Hängematte ist in wärmeren Klimaten überflüssig, wie der Baltimorevogel *(Icterus baltimore)* beweist, der dieselbe weglässt und unmittelbar in dieser luftigen Matte brütet, so dass man den Vogel in seinem ganzen Umrisse durch das Nest hindurch sehen kann. So verhält er sich jedoch nur in dem heissen Louisiana, während er in dem kälteren Pensylvanien und New-York gleich unserem Pfingstvogel sein Nest ausfüttert. Viele andere Troupiale fertigen sich als Nester ähnliche durchsichtige Säcke an, in welche man sie brütend sitzen sehen kann, da die Wände der Säcke netzartig durchbrochen sind.

Fast gemahnen diese Nester an die der Webervögel Indiens und Afrikas, welche jedoch durchwegs kunstvoller hergestellt sind. Sie sind aus Blattfasern, Wurzelfasern und Blattstreifen ordentlich gewebt und bestehen aus einem kugelförmigen Theile, in welchem der Vogel brütet, und einem röhrenförmigen Ansatze, der, viel lockerer gewebt, dazu bestimmt ist, als Ein-

gang zu dienen, in welchem der Vogel nach Art unserer Kaminfeger in den Kaminen zum eigentlichen Neste emporklettert. Ein solches Nest bietet dem Vogel thatsächlich fast absolute Sicherheit, umsomehr, da es stets über dem Wasser an schwanken Zweigen aufgehängt ist. Im Innern der Nestmulde befindet sich eine aus starken Fasern zusammengedrehte Schlinge, die als Sitzstange fungirt und dem Neste, wenn es umgestülpt wird, das täuschende Aussehen eines Korbes gibt. Die vielfach als Luxusnester der Männchen beschriebenen Nester sind lediglich unvollendete Nester, vielleicht einer späteren Periode vorbehalten. Auf die beschriebene Weise bauen *Ploceus baya* und seine Verwandten, während ein anderer Webervogel, der Republikaner *(Philaeterus socius)* vom Oranjestrom und Zambesi, seine Nester nach Art eines Daches um einen Baumstamm anlegt, oft viele hunderte von brütenden Familien nebeneinander. Die neuen Nester werden stets über die vorhandenen, dieselben zudeckend, gebaut, die Colonie wird grösser und grösser, die innen gelegenen Nester sind verlassen. Häufig vertreibt ein kleiner Papagei die Webervögel und nimmt von ihren Wohnungen Besitz; geschieht dies nicht, so bricht schliesslich durch das immer zunehmende Gewicht die ganze Colonie zusammen und unter Kreischen, Flattern, zerbrochenen Eierschalen ist das Ende der Idylle eingetreten.

Das Wenige, womit ich Sie bisher zu unterhalten strebte, bezog sich auf eigentliche Nester, deren Zweck

schliesslich doch immer die Aufzucht der Brut war. Seit fünfzig Jahren jedoch kennt man Vögel aus der Gattung *Chlamydodera* und *Ptilonorhynchus* u. a., in der Inselwelt nördlich von Australien heimisch. Diese Vögel, Paradiesvögel, denen die Natur die Pracht des Gefieders versagte, durch welche die Männchen verwandter Gattungen die Sinne ihrer Weibchen berücken, buhlen um deren Gunst durch Errichtung von Lauben, die sie so reizend zu gestalten wissen, dass die sprödeste Schöne der Lockung, sie zu betreten, nicht widerstehen kann. Aus der Fülle von überraschenden Formen will ich ein Beispiel herausgreifen, das einen Begriff von diesem Wunder thierischer Intelligenz zu geben vermag, die Laube der auf Neu-Guinea lebenden *Amblyornis inornata.*

Um die Basis eines etwa 1·2 Meter hohen Stammes wird Laub und Moos angehäuft. Hierauf werden im Umkreise dicht nebeneinander Pflanzen in die Erde gesteckt, welche ihrer Natur nach weiter grünen, sogenannte *Epiphyten*, und deren obere Enden in einer Höhe von $^1/_2$ Meter sämmtlich an den centralen Baumstamm befestigt. So entstand ein zeltartiges, immer grünendes Gebilde von 1 Meter Durchmesser, an welchem vorne ein Eingang offen gelassen wird. In weitem Bogen vor diesem Eingange trägt der Vogel üppig grünes Moos zusammen und verfertigt daraus einen Rasen, aus dem er sorgfältigst jedes Hälmchen, Steinchen und jede Baumrinde entfernt; diesen Rasen schmückt er mit allem möglichen, was grell und glänzend ist, selbst Blumen, die natürlich stets erneut

werden und deren verwelkte Reste man haufenweise zu beiden Seiten der Laube aufgestapelt findet. Beccari fand auf dem Rasen die violetten Früchte der *Garcinia*, jene der *Gardenia*, geöffnet um das orangegelbe Fleisch prunken zu lassen; grossblütige Vaccinium-Arten mit rosenrothen Blumen, Schnecken und Muscheln. Die Intelligenz der Thiere offenbart sich hier in einer bisher nicht beobachteten Richtung, in der ästhetischen.

Die Quellen

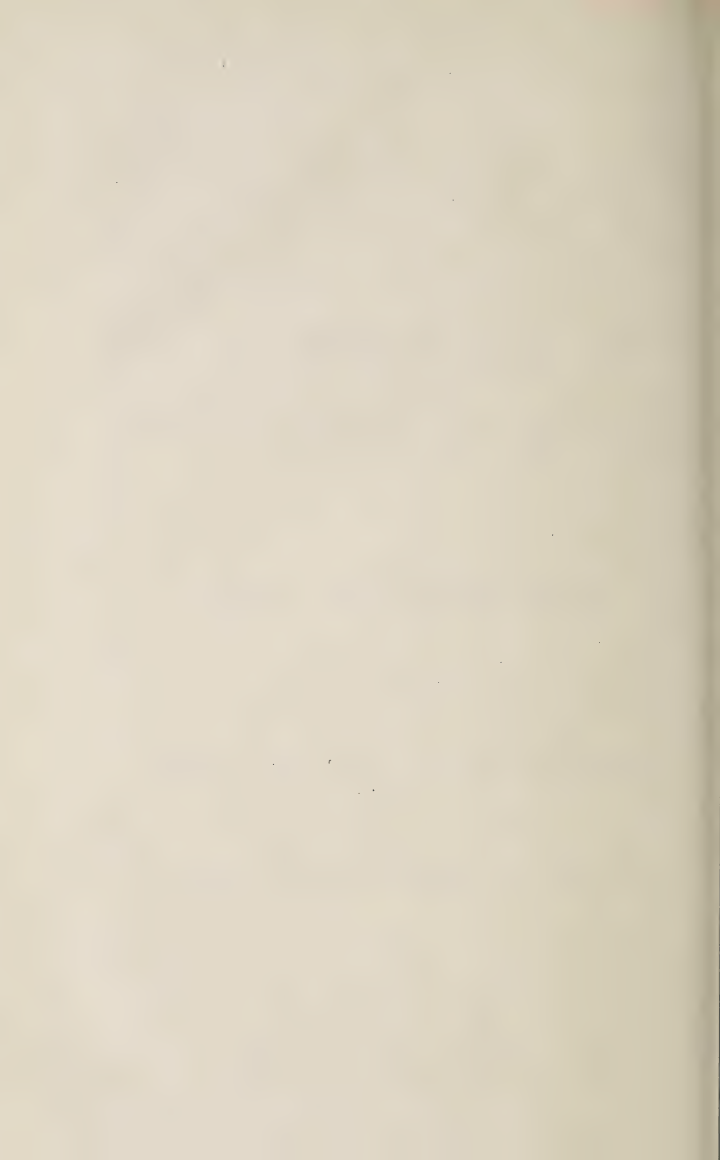
an dem Ostabhange der Alpen bei Wien.

Von

PROF. DR. FRANZ NOË.

Vortrag, gehalten den 15. December 1886.

Mit einer Tafel und sechs Abbildungen im Texte.



Hochbedeutsam ist die geographische Lage der Haupt- und Residenzstadt Wien in der unmittelbaren Nähe einer Gebirgslücke zwischen den Alpen und Karpathen, durch welche die Donau die an der Nordseite der Alpen gesammelten Wässer in das pannonische Becken führt. Die Geologie hat Aufschluss gegeben über die Entstehung jener merkwürdigen Völkerpforte. Seit vielen Decennien haben eine lange Reihe ausgezeichneter Männer ihren Scharfsinn der geologischen Durchforschung der tertiären Niederung von Wien gewidmet. Wir wissen heute, dass zu jener Zeit, als zwischen dem Nordrande der Alpen und dem Manhardsberge die versteinerungsreichen Sande und Kalke von Molt, Gaudendorf und Eggenburg abgelagert wurden, die Alpen und Karpathen noch in breiter, ununterbrochener Verbindung standen, dass sodann zu Beginn des miocenen Zeitalters ein gewaltiges Naturereigniss eintrat: der Abbruch der Alpen längs einer Linie, die von Gloggnitz über Baden und Mödling bis nach Wien reicht. Ein mächtiges Stück des Gebirges versank in ungemessene Tiefe, nur ein langgestreckter Pfeiler, das Leithagebirge, blieb stehen. Das Meer nahm Besitz von der neu-

geschaffenen Niederung, welche die Geologen das „inneralpine Becken von Wien“ nennen. Seine Begrenzung bilden nach Westen der Bruchrand der Alpen längs der obengenannten Linie, nach Osten das Leithagebirge; der nördliche Theil dieses Beckens wird von der Donau durchflossen, der südliche Theil reicht bis in den Gebirgswinkel zwischen dem Semmering und den Ausläufern des Wechsels. Kalksteine, Sande, Sandsteine und Thone mannigfacher Art theils marinen, theils lacustren oder fluviatilen Ursprunges kamen in mächtigen Schichten in diesem Becken zur Ablagerung und bilden den gegenwärtigen Boden des Landes. Wenn demnach im folgenden von den Quellen in der Umgebung Wiens die Rede sein soll, so ergibt sich naturgemäss eine dreifache Unterscheidung: 1. die Quellen, welche dem Ostrande der Alpen selbst angehören; 2. der Wasserschatz, welcher in dem Boden des alpinen Wiener Beckens enthalten ist, und 3. jene merkwürdigen warmen Quellen oder Thermen, deren Auftreten mit dem Abbruche des Gebirges in unmittelbarem Zusammenhange steht.

Bevor jedoch zur Schilderung dieser drei Gruppen von Quellen geschritten werden kann, dürfte es angemessen sein, in Kürze jene Umstände zu erörtern, welche die Bildung von Quellen überhaupt bedingen. Es ist bekannt, dass das Hervorrieseln des Wassers aus den Erdschichten nur eine Episode vorstellt in jener Kette von Erscheinungen, welche man den Kreislauf des Wassers nennt. Die mittelbare Veranlassung der Quell-

bildung sind die atmosphärischen Niederschläge. Das in der Gestalt von Regen oder Schnee auf die Erdoberfläche herabgelangte Wasser hat verschiedene Schicksale. Ein Theil verdunstet sofort, ein Theil wird von der Pflanzendecke aufgenommen, festgehalten und endlich als Wasserdunst der Atmosphäre zurückgegeben, ein nicht unbeträchtlicher Theil fliesst in tausend Wasserfäden sogleich wieder den offenen Gerinnen zu und nur ein kleiner Theil, etwa ein Dritttheil sickert in den Boden ein. Obgleich nun jedes Gestein in seinem Inneren Wasser enthält, die sogenannte Gebirgsfeuchtigkeit, so kann doch der Boden nach seinem Verhalten gegen die auf ihn fallenden Niederschläge als „durchlässig“ oder „undurchlässig“ unterschieden werden. Durchlässig sind jene Erdschichten, welche das Wasser in die Tiefe sinken und dort frei circuliren lassen, z. B. Schotter und Sand. Je gröber der Schotter oder Sand, um desto leichter circulirt das Wasser in den zahllosen Canälen und Gängen zwischen den Steinen und Steinchen. Je feiner der Sand, desto langsamer ist die Wasserbewegung durch denselben, da die communicirenden Canäle sehr enge sind und durch die Reibung die Weiterbewegung des Wassers verzögert wird. Wenn Sand oder Schotter durch ein Bindemittel, etwa Kalk oder Thon, zu festen Lagen (Conglomerate, Breccien und Sandsteine) verbunden worden sind, so erweisen sich derartige Gesteine als undurchlässig; es fehlen eben die Canäle und Lücken zwischen den Steinen. Feste, compacte Gesteine wie der Granit werden als

undurchlässig bezeichnet. Gesteine, die von vielen Klüften, Sprüngen und Spalten durchzogen sind, können hiedurch sehr durchlässig werden, so die Kalkmassen der Ostalpen bei Wien, in deren Klüften und Schründen die atmosphärischen Wässer rasch und vollständig in die Tiefe sinken. Undurchlässig in verschiedenem Grade sind die plattig abgesonderten Schiefergesteine, welche — wie unten näher auszuführen ist — die Unterlage der Alpenkalksteine in unserer Gegend bilden. Eigenthümlich verhält sich der in unserem Gebiete im Untergrunde so häufig vorkommende blaue Thon oder Tegel. Im trockenen Zustande saugt derselbe begierig Wasser ein, quillt auf, wird weich und plastisch. Sobald jedoch der Tegel mit Wasser gesättigt ist, wird er gegen weiter eindringendes Wasser vollkommen undurchlässig.

Der geologische Bau irgend eines Stückes der Erdrinde zeigt immer einen Wechsel von durchlässigen mit undurchlässigen Schichten. Ist die Oberfläche eines Landstriches von durchlässigen Schichten gebildet, so sickert das Niederschlagwasser so lange in die Tiefe, bis es auf die erste undurchlässige Schichte trifft. Auf dieser sammelt es sich an und bildet das sogenannte „Grundwasser", Seih- oder Sickerwasser, welches den hydrostatischen Gesetzen entsprechend der natürlichen Neigung der undurchlässigen Schichte folgt und den tiefsten Punkt aufsucht. Hat die undurchlässige Schichte eine muldenförmige Gestalt, so sammelt sich das Grundwasser auf ihr wie in einem Becken, ein unterirdisches

Reservoir bildend. Auf einseitig geneigter Unterlage fliesst das Seihwasser ab, meist in der Richtung gegen eine natürliche Tiefenlinie, ein offenes Gerinne und vermehrt durch sein Ausfliessen die Wassermenge dieses Gerinnes. So erhält die bei ihrem Ursprunge sehr wasserarme Donau während ihres Laufes um den Nordrand der bairischen Hochebene, die aus abgeschwemmten Alpenschutt besteht, einen bedeutenden unterirdischen Zufluss durch das Grundwasser dieser Ebene.

Wo die undurchlässige Schichte zu Tage tritt, (sich auskeilt) oder wo eine tiefer gehende Oberflächenfurche das Niveau des Grundwassers erreicht, dort tritt letzteres zu Tage und bildet eine Quelle.

Die Ergiebigkeit einer Quelle hängt demnach direct ab von dem jeweiligen Stande des Grundwassers. Dieser wieder ist abhängig von der Menge der auf die Oberfläche erfolgenden Niederschläge, von der räumlichen Ausdehnung des Infiltrationsgebietes und dem Grade der Durchlässigkeit der obersten Erdschichten. Neben diesen Hauptpunkten haben jedoch noch einige andere Verhältnisse einen nicht unbedeutenden Einfluss auf die Menge des einsickernden Wassers; so das Relief eines Landstriches; je steiler geneigt die Oberfläche ist, um so mehr Wasser fliesst frei ab, um so weniger sickert ein. Eine dichte Pflanzendecke ist gleichfalls ein Hinderniss für die Infiltration, da die Pflanzen sowie der Humus sehr viel Wasser binden. Endlich darf nicht übersehen werden, dass auch die Art der Niederschläge einen beträchtlichen Einfluss

auf die Infiltration übt. Heftige Gewitterregen liefern momentan viel Niederschlag, der aber nicht genug Zeit findet, um tiefer in den Boden einzudringen. Ein schwächerer, aber lange andauernder Regen leistet für die Speisung der Quellen viel mehr. Sehr begünstigt wird die Infiltration durch die Schneedecke. Diese schmilzt nur allmälig, und das Schmelzwasser dringt, sowie es sich nach und nach bildet, geschützt vor Verdunstung, zum grössten Theile in den Boden ein. Grosse Schneemassen sind die beste Garantie für die ausgiebige und gleichmässige Speisung der Quellen. Dem Umstande, dass die Niederschläge im Hochgebirge meist in Form von Schnee erfolgen und die winterlichen Zustände dortselbst den grössten Theil des Jahres anhalten, ist es mit zuzuschreiben, dass das Hochgebirge so viel Wasser aufnimmt und so mächtige Quellen zu speisen vermag.

Versuchen wir nunmehr, diese allgemeinen Erfahrungen auf die Umgebung von Wien anzuwenden. Die Ostalpen bei Wien lassen hinsichtlich der Beschaffenheit der Gesteine eine deutliche Sonderung in vier Zonen erkennen, die insgesammt gegen Nordost streichen und von der Bruchlinie Gloggnitz—Wien abgeschnitten werden. Die nördlichste dieser Zonen besteht vorwiegend aus Sandstein und bildet den Nordsaum der Alpen gegen die Donau. Der Wienerwald mit seinen sanft gerundeten Bergen gehört ihr an. Die südliche Grenze dieser Sandsteinzone ist bei Wien durch die Lage der Orte: Mauer, Kaltenleutgeben, Alland, Altenmarkt, Kaumberg und Hainfeld bezeich-

net; an sie schliesst sich die viel breitere Kalkzone, der wieder südwärts ein schmaler Streifen von dunklen Thonschiefern, die Grauwacken- oder paläozoische Zone angelagert ist. Der Semmering, die Prein, das Thal von Payerbach und Schottwien, die Umgebung von Gloggnitz lassen uns die räumliche Erstreckung dieser Zone in unserem Gebiete erkennen. Die südlichste Alpenzone, welche bei Wien noch von dem Querbruche betroffen wurde, nennen wir die krystallinische Zone, vorwaltend aus Chloritschiefer, Glimmerschiefer und Gneiss bestehend; der Wechsel, das Rosalien- und Leithagebirge gehören ihr an.

Betrachten wir zunächst den Wienerwald, das Quellgebiet des Wienflusses und der Traisen. Die Berge in diesem Theile der Alpen bestehen, wie schon angedeutet, aus einem lichten, harten Sandsteine, der aber stark thonhältig ist. Dieses anscheinend so feste Gestein verwittert sehr leicht in Folge chemischer Veränderungen in seinem Inneren und die Verwitterungsproducte bilden eine schlammige, lehmige, von Gesteinsbrocken erfüllte Masse, welche allenthalben die Berghänge und Thalböden bedeckt und geradezu als undurchlässig bezeichnet werden muss. Dieser lehmige Boden ist sehr günstig für den Waldwuchs, wodurch ein neues Hinderniss für ausgiebige Infiltration geschaffen wird. Die Folge dieser Verhältnisse ist, dass nur geringe Wassermengen tiefer in den Boden eindringen. Das meiste Wasser fliesst offen ab, den lockeren, verwitternden, abbröckelnden und abrutschenden Boden tief auf-

wühlend; daher die vielen tiefen und nassen Gräben des Wienerwaldes. Die hier entspringenden und das Sandsteingebiet durchfliessenden offenen Gerinne, z. B. die Wien, tragen daher ganz den Charakter von Wildbächen. Jeder stärkere Regenguss macht sie — da das Wasser nicht rasch einsickern kann — stark anschwellen und das Bett wird in dem undurchlässigen Terrain immer tiefer gerissen. Fehlen aber durch kurze Zeit die Niederschläge, so nimmt der Wasserstand ungemein rasch ab, ja er versiegt häufig gänzlich zur Zeit der Dürre. Dabei ist ihr Wasser fast stets trübe durch die mitgerissenen Schlammtheilchen. Quellen mit constantem Abflusse gibt es also im Wienerwalde nicht, die meisten versiegen im Sommer. Die wenigen bedeutenderen Quellen dieses Gebietes sind doch sehr variabel in ihrer Wasserführung und entstehen, indem das Wasser auf den Schichtflächen des Sandsteines in die Tiefe dringt, z. B. die Quellen im Halterthale bei Hütteldorf, welche die Albertinische Wasserleitung speisen. Dass der Zufluss auch dieser Quellen ein sehr oberflächlicher ist, zeigt die verhältnissmässig hohe Temperatur ihres Wassers zur Sommerszeit.

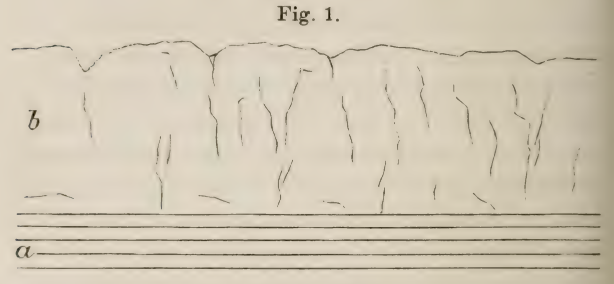
Es ist ein sonderbarer Gegensatz: Der Wienerwald gilt als wasserreich, denn er hat reichlich feuchte, selbst sumpfige Wiesen und Thalgründe. Das Wasser hält sich an der Oberfläche des undurchlässigen Bodens, während die tieferen Schichten arm an Wasser sind, daher die Armuth dieses Gebietes an ausgiebigen Quellen. Sehr bezeichnend ist mit Rücksicht auf diese

Verhältnisse die Volksbezeichnung der Wienerwaldquellen als „Brünndl“. Das dürre Neustädter Steinfeld hingegen birgt in seiner Tiefe einen Schatz von Wasser. Der Schotterboden lässt eben die Niederschläge ungehindert in die Tiefe sinken, der dürre Boden ist also wasserreich. Gleiches gilt von den Hochflächen der Kalkzone.

Von der Schweiz her zieht ein breiter Streifen von Kalkbergen gegen Osten, dann nordöstlich abschwenkend bis vor die Thore Wiens, bekannt unter dem Namen „nördliche Kalkalpen“. Sie bestehen aus einzelnen riesigen Kalkmassiven, häufig mit Plateaucharakter. Hieher gehören beispielsweise das Wetterstein- und Kaisergebirge, das Tänengebirge, das Steinerne Meer, der Stock des Dachstein, der Oetscher, die Massen des Hochschwab, Schneeberges und der Raxalpe, von denen die meisten nach allen Seiten mit steilen Wänden abfallen und durch tiefe, oft schluchten- oder klausenartige Thäler von einander getrennt sind. Der Anninger (672 M. über der Adria), das Eiserne Thor bei Baden (830 M.), die Gaisberge bei Liesing sind die letzten Ausläufer der nördlichen Kalkalpen bei Wien. Diese triadischen und rhätischen Kalkmassen, welche eine Mächtigkeit von 1000 bis 2000 M. erreichen, werden unterlagert von einem röthlichen oder grünlichen, glimmerigen, wohlgeschichteten Schiefer der unteren Trias, dem sogenannten Werfenerschiefer. Wir müssen annehmen, dass Schiefer und Kalk ursprünglich in horizontalen Schichten (Fig. 1) abgelagert

wurden. Bei der allmäligen Auffaltung des Gebirges wurden jedoch diese Gesteinsmassen durch den seitlichen Druck wie Papierblätter in Falten gelegt, die weniger elastischen, daher weniger nachgiebigen Kalkmassen brachen, zerrissen und spalteten sich an den Stellen stärkster Biegung. Solche Spaltungsklüfte reichen häufig bis an den Schiefer hinab, und wir finden in vielen derartigen Klüften, welche durch die ausnagende und auswaschende Thätigkeit des fliessenden

Fig. 1.



a Schiefer, *b* Kalk.

Wassers zu Thalschluchten erweitert wurden, an der Thalsole den Schiefer anstehend, über ihm den in schroffen Wänden abgebrochenen Kalk. Solches ist im Salzach- und Ennsthal häufig zu sehen. Mitunter ereignete es sich, dass auch die Schieferfalte abgebrochen und der eine Flügel derselben sammt den darauf lastenden Kalkmassen längs einer gewissen Linie in die Tiefe gesunken ist. Der Geologe nennt das eine den normalen Gebirgsbau störende „Verwerfung“ (Fig. 2).

In dem östlichen Theile der Kalkalpen bei Wien unterscheiden Suess[1]) und Bittner[2]) fünf solche bedeutendere Störungs- oder Bruchlinien des Gebirges. Das Auftreten von Werfenerschiefer und Gyps ist das petrographische Kennzeichen dieser Linien. Dieselben sind aber nicht immer in der Form von fortlaufenden Thalspalten sichtbar, ihr Verlauf ist vielmehr durch später ein- und aufgelagerte Sandsteine, Mergel, Kalke und Conglomerate der oberen

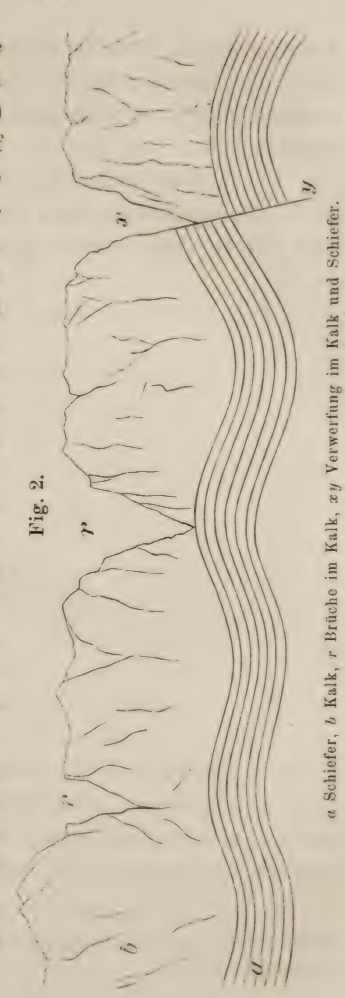


Fig. 2.

a Schiefer, *b* Kalk, *r* Brüche im Kalk, *xy* Verwerfung im Kalk und Schiefer.

---

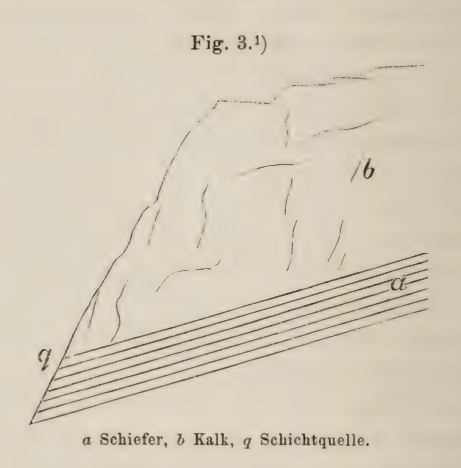
[1]) Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungs-Commission des Gemeinderathes der Stadt Wien, 1864.

[2]) Die geologischen Verhältnisse von Hernstein in Niederösterreich, 1886.

Kreideformation (Gosaubildungen) häufig verdeckt, so dass unsere heutigen Thalfurchen mit diesen alten mesozoïschen Tiefenlinien durchaus nicht immer übereinstimmen.

Das Vorhandensein von Bruchlinien im Gebirge ist für die Quellbildung von grösster Wichtigkeit. Die bald lichten, bald dunklen Alpenkalke sind ungemein

Fig. 3.[1])



a Schiefer, *b* Kalk, *q* Schichtquelle.

rissig und zerklüftet. Man kann sagen, dass jedes einzelne Kalkmassiv von einem Systeme zusammenhängender Sprünge und Klüfte durchsetzt ist, welche es dem Sickerwasser ermöglichen, sehr rasch und vollständig

[1]) Die Reproduction der Figuren 3—6, sowie der Kartenskizze hat Herr Professor Dr. Eduard Suess gütigst gestattet.

bis auf den undurchlässigen Schiefer hinabzusinken. Wo auf einer Bruchlinie im Kalk der Schiefer unter ungünstiger Neigung zu Tage tritt, ist Anlass zur Bildung von Quellen, sogenannten „Schichtquellen“ gegeben.

Diese Quellen sind, wie aus der Zeichnung (Fig. 3) ersichtlich, hauptsächlich von der Neigung des Schiefers abhängig, treten meist in grösserer Zahl und immer nur an einer Thalseite auf und

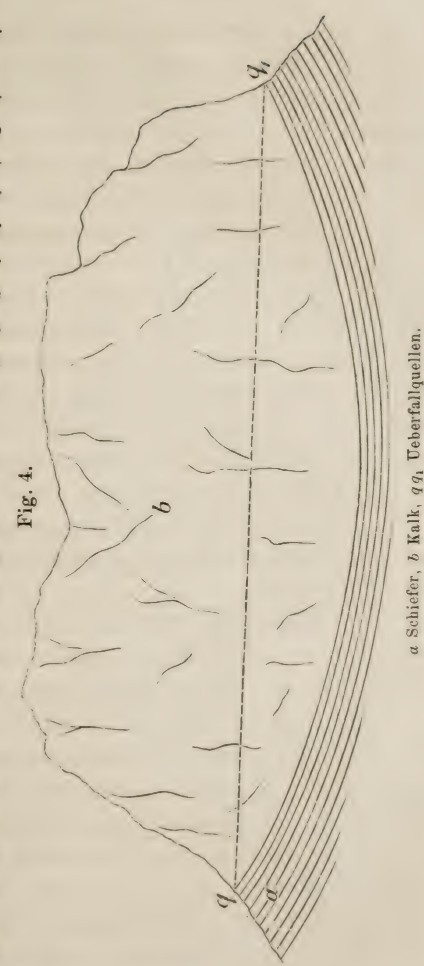


Fig. 4.

a Schiefer, *b* Kalk, qq_1 Ueberfallquellen.

sind, da sie alle von derselben Schichtfläche des Schiefers gespeist werden, einzeln betrachtet nicht sehr wasserreich, dabei ziemlich variabel. Hierher gehören die Quellen von Buchberg am Nordfusse des Schneeberges, die Quellen bei Würflach, Willendorf und die am Eingange in das Sirningthal.

Die undurchlässige Schieferunterlage bildet, wie Figur 2 darstellt, eine Anzahl mehr oder minder tiefer Mulden unter dem aufgelagerten Kalke. Das durch die Klüfte des Kalksteines einsickernde Wasser wird sich in diesen Schiefermulden ansammeln und eine Art unterirdisches Reservoir bilden. Reichen nun Thalspalten bis auf die Muldenschenkel herab, so treten dort Quellen zu Tage, die offenbar nichts anderes sind als der Ueberfall der genannten unterirdischen Reservoirs und deshalb „Ueberfallquellen“ genannt werden (Fig. 4). Solche Quellen pflegen wasserreich und minder variabel zu sein.

Bei ungleicher Höhenlage der beiden Muldenschenkel wird jene Ueberfallquelle, welche an dem höher gelegenen Schenkel hervorbricht, leicht zu einer „intermittirenden Quelle“, einem „Hungerbrunnen“, der nur im Frühjahre und zu Anfang des Sommers, wenn der Wasserstand in der Mulde am höchsten ist, Wasser führt, sonst aber trocken liegt.

Diese durch tief reichende Störungslinien abgegrenzten Mulden in der Unterlage der Kalkmassive sind eine Hauptursache des grossen Wasserreichthumes der Hochquellen in unseren Ostalpen. Nur dadurch

ist die Ansammlung einer grösseren Wassermenge in bestimmtenGebirgstheilen möglich. Zur vollen Ausnützung gelangen aber diese Reservoirs erst in dem Fall, wenn eine Spalte in der Kalkmasse tief genug hinabgreift, um das constante Niveau des unterirdischen Wasserbeckens zu erreichen. Es erfolgt in diesem Falle auf beiden Seiten der ganz im Kalke gelegenen Thalspalte ein mächtiges Ausfliessen von Grundwasser. Solche Quellen heissen „Spaltquellen" (Fig. 5). Sie pflegen sehr constant und sehr wasserreich zu sein.

In der unmittelbaren Umgebung von Spaltquellen ist der Schiefer nicht anstehend zu treffen, sie liegen vielmehr ganz im Kalke und treten meist als Quellenpaare oder Quellengruppen auf beide

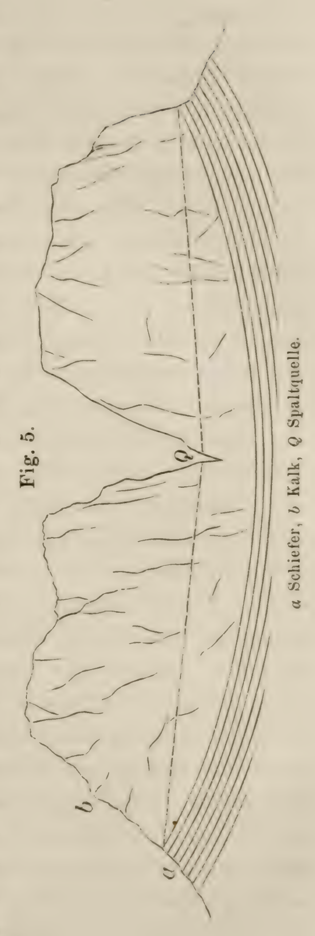


Fig. 5.

a Schiefer, *b* Kalk, *Q* Spaltquelle.

Seiten der Thalspalte vertheilt und ganz nahe der Thalsole auf. Einfache hydrostatische Gesetze machen es ferner begreiflich, wieso solche Spaltquellen durch künstliche Tieferlegung ihres Ausflusses bedeutend verstärkt werden können. Das schönste Beispiel typischer Spaltquellen in unserem Gebiete sind die Quellen von Stixenstein. Diese befinden sich in dem Thale der Sirning, welches, von Buchberg kommend, in einem nach Südost gerichteten Bogen ein grosses Kalkmassiv durchspaltet. Die in Rede stehende grosse Kalkmasse des „Hohen Gahns“ und „Kettenlois“ ist von West gegen Ost hingestreckt, steht mit dem Schneeberg in einer gewissen Verbindung und reicht von dem Höllenthale unterhalb des Kaiserbrunnens bis zur grossen Bruchlinie am Neustädter Steinfeld. Die ganze Masse ruht auf einer Schiefermulde, deren nördlicher Schenkel längs der Verwerfungslinie von Rohrbach sichtbar wird. Der südliche, ebenfalls verworfene Schenkel des Schiefers tritt zu Tage am Ausgange des Höllenthales bei Hirschwang und lässt sich im Thale von Reichenau unter den schroffen Wänden des Kalkes am linken Ufer der Schwarzau auf einer langen Strecke bis gegen Payerbach verfolgen. Dort verlässt die Bruchlinie das Thal und setzt durch das Gebirge bis Flatz und Reith am Rande des Steinfeldes. An einem Tiefenpunkte des Sirningthales bei Stixenstein kommen die aus den Niederschlägen des beschriebenen Massives entstehenden Sickerwässer als mächtige Quellen zu Tage, den einen Ausgangspunkt der Wiener Hochquellenwasserleitung bildend.

Es gibt aber in unseren Ostalpen noch eine vierte Art von Hochquellen. Ihre Entstehung dürfte aus Fig. 6 klar werden. Es ist schon erwähnt worden, dass bei der Auffaltung der Alpen mitunter auch die Schiefergewölbe oder Falten gerissen sind und der eine Flügel sammt den darauf lastenden Kalkmassen um einen gewissen Betrag in die Tiefe gesunken ist. In diesem Falle staut sich das einsickernde Wasser an dem stehengebliebenen Theile der Schieferfalte auf, bis es in dem Gebirge hoch genug steht,

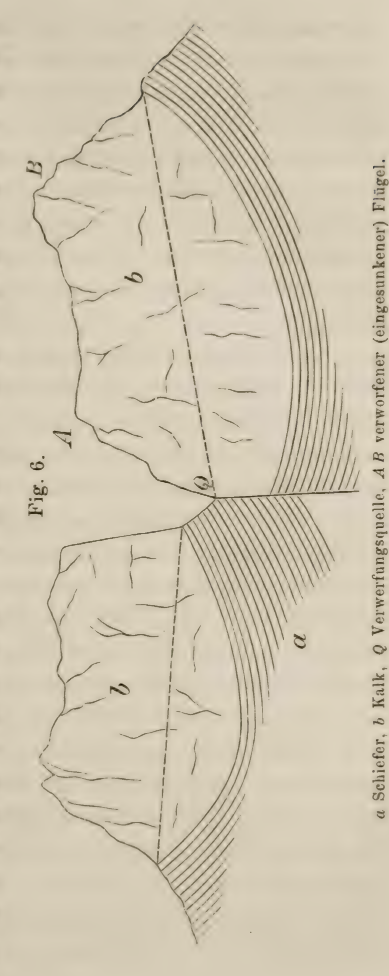


Fig. 6.

a Schiefer, *b* Kalk, *Q* Verwerfungsquelle, *AB* verworfener (eingesunkener) Flügel.

um bei Q als mächtige „Verwerfungsquelle“ zu Tage zu treten. Verwerfungsquellen können demnach in einem Thale nie symmetrisch vorkommen, sind sehr wasserreich, ziemlich constant und erlauben ebenfalls mit Vortheil eine künstliche Tieferlegung ihres Ausflusses. Solche Verwerfungsquellen sind die grosse Quelle bei Rohrbach im Graben und der vielgenannte „Kaiserbrunnen“ im Höllenthal, letzterer allerdings unter etwas geänderten, nicht so einfachen Verhältnissen.

Aus den sorgfältigen Untersuchungen von Eduard Suess[1]) geht hervor, dass der Kaiserbrunnen nichts anderes ist als der Abfluss des Sickerwassers des Schneebergmassives; ein Theil der natürlichen Drainage dieses Berges. Der Schneeberg (2077 M.) hat oberhalb der Region des Krummholzes den Charakter eines Plateaus, welches zwischen dem Klosterwappen und Kaiserstein einerseits, dem Waxriegel und Ochsenboden andererseits eine Abstufung (Verwerfung?) zeigt. Nach allen Seiten fällt dieses Plateau steil zur Tiefe. Seine Oberfläche ist unendlich öde, beinahe karstartig. Massenhaft ist der Schutt, Klüfte und Risse im Kalkstein sind überall sichtbar. Trichter- oder kesselförmige Vertiefungen, den Dolinen des Karstes vergleichbar, sind auf dem Ochsenboden häufig zu sehen und als sogenannte Schneelöcher den grössten Theil des Jahres

---

[1]) Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungs-Commission.

über mit Schnee erfüllt. Auf der ganzen Hochfläche häufen sich während der rauhen Jahreszeit bedeutende Schneemassen an, und doch ist die Oberfläche des Berges wasserlos, kein Bach, kein Tümpel ist über der Krummholzregion zu sehen. Die höchst gelegene Quelle ist die bei dem Baumgartnerhaus, sie wird aus oberflächlichen Schuttlagen gespeist. Wenn im Frühjahre die Schneemassen schmelzen, bildet sich doch kein Wasserfall, kein Sturzbach; man sieht nicht, wohin der thauende Schnee kommt, man sieht auch keinen Abfluss der reichlichen sommerlichen Niederschläge. Die ganze gewaltige Kalkmasse des Berges ist vermöge ihrer weitgehenden Zerklüftung einem riesigen Schwamme vergleichbar, der alle Feuchtigkeit in sich aufnimmt. Alles Schmelzwasser, alle Niederschläge sinken in die Tiefe bis auf die Schieferunterlage. Dabei ist das Schneebergmassiv ringsum von Bruchlinien begrenzt, die bis auf den Schiefer hinabreichen und diesen streckenweise sichtbar werden lassen. Die nördliche dieser Linien heisst die Störungslinie von Buchberg. Sie verläuft in der Richtung von Mariazell nach Buchberg und über Grünbach und das Hornungthal bis Netting am Rande der Neustädter Haide. Sie isolirt den Schneeberg hinsichtlich seiner Wasserführung gegen Norden. Im Westen trennt das unter dem Namen Höllenthal bekannte Thal der Schwarzau den Schneeberg von der Raxalpe. Oestlich vom Waxriegel ist die Schneebergmasse durch einen Querbruch von der Masse des „Hengst" geschieden. Die südliche Störungs-

linie heisst die von Rohrbach, sie verläuft von Willendorf am Gebirgsrande quer über das Thal der Sirning, durch den Rohrbachgraben, Schlossalpengraben hart unter dem Baumgartnerhause, dann durch den Krummbachgraben in das Höllenthal, folgt diesem eine kurze Strecke bis etwa zur „Singerin“ und verlässt dann diese Thalspalte, um sich zwischen Raxalpe im Südwesten und Schneeberg im Nordosten durch die Frein noch eine Strecke gegen Süden fortzusetzen. Bei den Holzknechthütten unterhalb der Singerin soll der Werfenerschiefer anstehen, dann trifft man denselben erst wieder im Schlossalpengraben, in der Nähe und zwar etwas unterhalb des Baumgartnerhauses. Längs dieser Linie von Rohrbach ist auf der bezeichneten Strecke das Schiefergewölbe (Falte) und mit ihm die ganze Schneebergmasse gegen Süden verworfen, eingesunken und an der tiefsten Stelle dieser Senkung der Schneebergmasse, an dem Absturze der Stadelwand und des Pretschacher im Höllenthal kommt die stärkste Verwerfungsquelle, der Kaiserbrunn, zum Vorschein. Wenn es oben am Schneeberg thaut, dann schwillt der Kaiserbrunnen mächtig an und verräth so seinen Zusammenhang mit der schmelzenden Schneedecke des Plateaus. Daher ist im Frühjahre und im Sommer sein Wasserreichthum am grössten (bis zu zwei Millionen Eimer täglich) und sein Wasser am kältesten (4·5 ⁰ R.). Im Winter, wo die Schmelzwässer fehlen, erreicht die Quelle ein Minimum. Um die Mitte des Novembers 1886 haben beide Hochquellen (Stixenstein und Kaiserbrunn)

zusammen kaum mehr 400.000 Eimer im Tage geliefert. Auch ist die Temperatur des Wassers in den Wintermonaten am höchsten (5—6 ^{0} R.), da jetzt die Spalten des Berges kein Schneewasser von oben empfangen und nun jenes Wasser zum Abfluss kommt, das die tieferen Theile des unterirdischen Reservoirs erfüllt und die mittlere Temperatur des Berges schon angenommen hat.

Nicht allzuweit von dem Kaiserbrunnen entfernt, im grossen Höllenthal, am Abhange der Raxalpe (2003 M.) bricht die ebenfalls sehr wasserreiche „Fuchspassquelle“ hervor. Sie wird von der Raxalpe gespeist. Man hat an dieser Quelle tägliche Wassermengen von 95.000 Eimern im Winter bis 250.000 Eimer im Sommer gemessen. Eine ähnliche Lage haben auch die Nassthal- und Reissthalquelle. Die Quellen in dem nördlicheren Theile der Kalkalpen bis zu deren Nordgrenze bei Mauer und Kaltenleutgeben sind nicht sehr wasserreich. Die geringere räumliche Ausdehnung der einzelnen wasserführenden Kalkmassen, die flachere Lagerung des Schiefers unter denselben, das weitere Auseinanderliegen der die Schiefermulden abschneidenden Verwerfungen verhindert die Ansammlung grösserer Wassermengen in dem Gebirge.

Wir können das Gebiet der Hochquellen nicht verlassen, ohne wenigstens mit einigen Worten der merkwürdigen „Altaquelle“ im Thale von Pitten zu gedenken. Es befindet sich dort nahe dem Eingange in das Thal eine „intermittirende Quelle“, die im

August und September gewöhnlich ganz trocken liegt und im Mai ein Maximum erreicht, das nach Messungen in den Jahren 1863 und 1864 583.000 Eimer im Tage betrug. Ein Streifen von krystallinischem Schiefergestein trennt den südlichsten Theil des Steinfeldes von dem Pittner Thal. An dem östlichen Abhange dieses Höhenzuges entspringt die Altaquelle in einer Grotte, dem „Höllenloch“, mehrere Meter über der Thalsole. Diese Grotte aber liegt in einer Masse von Urkalk, welche das Schiefergestein seiner ganzen Breite nach durchquert. Es wurde ein interessanter Zusammenhang der Altaquelle mit dem unterirdischen Spiegel des Grundwassers im Steinfelde constatiert. Sinkt der Wasserstand in den Brunnen des Steinfeldes am Westabhange des trennenden Schiefergebirges, so nimmt auch die Ergiebigkeit der Altaquelle erheblich ab. Sinkt im Steinfeld der Wasserspiegel unter einen gewissen Betrag, so fliesst kein Wasser mehr über die Schwelle des Höllenloches, während tiefer unten im Thale auch dann noch längs der eingelagerten Kalkmasse sehr viel Grundwasser dem Pittenbach zusitzt. Dieser mehrerwähnte spaltenreiche Kalkzug im Schiefer spielt daher offenbar die Rolle eines mit dem Wasserreservoir des Steinfeldes communicirenden Gefässes, dessen höchst gelegener Ausfluss im Pittner Thal die Altaquelle ist. Diese liefert daher kein anderes als Grundwasser der Neustädter Ebene.

Dies führt uns zu jener zweiten Gruppe von Quellenerscheinungen, welche in dem Wiener Becken

selbst zu finden sind. Der weite Raum zwischen dem fast geradlinigen Bruchrande der Alpen von Gloggnitz bis Wien und dem stehengebliebenen Stücke der Centralalpen (Leithagebirge) ist in seinem südlichen Theile von einer sehr grossen Masse Sand und Schotter erfüllt, dem Steinfeld oder der Neustädter Haide. Es muss jedoch sogleich aufmerksam gemacht werden, dass es sich hier nicht um eine wirkliche Ebene handelt, wie der flüchtige Besucher wohl meint. Das Neustädter Steinfeld wird vielmehr von zwei allerdings sanft geneigten Schuttkegeln[1]) gebildet, die sich mit ihren Scheiteln an das Gebirge im Westen anlehnen. Der südlichere dieser Schuttkegel führt den Namen von der Stadt Neunkirchen, bei welcher er seine grösste Scheitelhöhe (360 Meter über der Adria) hat. Er sinkt, gegen Neustadt sich allmälig ausbreitend, nach Nord, Süd und Ost sanft ab. Der nördlichere Schuttkegel hat seinen höchsten Punkt (311 Meter) bei Wöllersdorf am Ausgange des Piestingthales, fällt ebenfalls nach Nord, Süd und Ost ziemlich sanft ab und schiebt seinen Fuss bis gegen Pottendorf vor. Am besten erkennt man die thatsächlichen Höhenunterschiede auf dem Steinfeld, wenn man die Schienenhöhen einiger Stationen der Südbahn, welche beide Schuttkegel kreuzt, untereinander vergleicht. Die Bahn steigt von Leobersdorf (Schienenhöhe 253 Meter) nicht unbeträchtlich und

---

[1]) C. v. Sonklar, Der grosse Schuttkegel von Wiener-Neustadt. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch., XLIII. Bd., 1861.

erreicht bei Theresienfeld (280 Meter) den Rücken des Wöllersdorfer Kegels. Nun sinkt die Bahnlinie bis Neustadt, welches eine Schienenhöhe von nur 265 Meter hat. Neustadt liegt gerade auf jener Tiefenlinie, längs welcher sich die beiden Schuttkegel verschneiden. Von Neustadt steigt die Bahn sehr merklich, sie führt jetzt geradlinig auf den Neunkirchner Schuttkegel. Im Bahnhofe von Neunkirchen (350 Meter Schienenhöhe) liegen die Schienen um 85 Meter höher als in Neustadt. Das Material dieser beiden Schuttkegel ist grober Sand und Schotter, welcher in der Diluvialzeit, als das Wiener Becken ein grosser See war, durch Wasserläufe, die unserer heutigen Piesting und Schwarzau entsprechen, aus dem nahen Gebirge herausgeschleppt und an ihrer Mündung in den See aufgeschüttet wurde. Die Unterlage der über hundert Meter mächtigen Schuttmasse ist undurchlässiger blauer Thon der Tertiärzeit, der aber nicht eine regelrechte Mulde bildet, sondern vielfache Erhöhungen und Vertiefungen zu besitzen scheint. Der Schotterboden enthält trotz seiner oberflächlichen Dürre und Unfruchtbarkeit eine sehr grosse Menge Wassers, welches sich zwischen den losen Steinen in der Hauptrichtung gegen Nordost bewegt. Wo eine künstliche oder natürliche Oberflächenfurche tief genug hinabreicht, dort erfolgt ein Hervorrieseln des Grundwassers in zahlreichen dünnen Wasserfäden, es entsteht eine „Tiefquelle“.

Die meisten Tiefquellen finden sich in der Nähe von Neustadt, das, wie schon erwähnt, in der Tieflinie

zwischen beiden Schuttkegeln gelegen ist. Die wichtigste dieser Tiefquellen ist die „Fischa-Dagnitz“; sie hat nordöstlich von Neustadt, am Ausgange der mehr erwähnten Tiefenlinie bei Haschendorf ihren Ursprung. Diese Quelle liefert täglich zwischen 350.000 und 670.000 Eimer. Der so entstandene Bach nimmt in seinem Laufe bis Siegersdorf grosse Massen von Grundwasser aus dem Schotter auf, so dass die Wasserführung der Fischa-Dagnitz eine kurze Strecke unterhalb ihres Ursprunges schon über ein und eine halbe Million Eimer im Tage beträgt. Die Fischa-Dagnitz ist demnach ein Entwässerungscanal des Steinfeldes, und zwar speciell die natürliche Drainage des Wöllersdorfer Kegels. Weiter nordöstlich, wo zwischen Fälling und Grammatneusiedel der blaue Thon zu Tage tritt, an dem sich die Schottermassen auskeilen, kommen auf einer Linie von Laxenburg über Moosbrunn bis Margarethen am Moos bedeutende Wassermassen zum Ausfluss. Zahlreiche kleinere Tiefquellen, feuchte Wiesen, Teiche und Sümpfe bezeichnen diese Region.

An dem Gebirgsrande, am Beginne der Furche zwischen den beiden Schuttkegeln bei Fischau und Brunn am Steinfeld quellen unter sehr eigenthümlichen Umständen mächtige Wassermassen hervor. Ein Theil derselben ist Thermalwasser, wovon noch später die Rede sein soll, ein Theil ist jedenfalls gestautes Sickerwasser der Kalkalpen. Diese Quellen vereinigen sich mit dem aus der „Neuen Welt“ kommenden ziemlich wasserarmen Prossetbach und bilden den Fischafluss,

der in der genannten Tiefenlinie gegen Neustadt fliesst und dessen nächste Umgebung sich durch üppige Wiesen vortheilhaft von dem übrigen Steinfelde unterscheidet. Die Quellen bei Brunn und Fischau geben etwa eine halbe Million Eimer täglich, bei Neustadt beträgt die Wasserführung der Fischa nicht unter sechs Millionen Eimer per Tag. Der genannte Fluss muss daher während seines Laufes bis Neustadt sehr bedeutende Grundwassermengen aus beiden Schuttkegeln aufnehmen. Die Fischa ist demnach ebenfalls ein Entwässerungscanal des Steinfeldes.

Die bedeutenden Wassermengen in dem Schotter des Steinfeldes haben eine dreifache Herkunft: Ein Theil ist Grundwasser des Kalkgebirges, welches in den Schotter ausfliesst; ein Theil rührt von den Wasserverlusten her, welche mehrere über das Steinfeld fliessende offene Gerinne durch Einsickern in den durchlässigen Schottergrund erleiden; einen dritten Beitrag endlich liefern die Niederschläge auf dem Steinfelde selbst.

Wie gross die Menge des aus den offenen Gerinnen einsickernden Wassers ist, erhellt wohl daraus, dass die im Höllenthal so wasserreiche Schwarzau an ihrer Vereinigungsstelle mit dem Pittenbache im Hochsommer fast trocken liegt, wobei die von der Schwarzau erfolgende Speisung des Neustädter Canales nicht allzuhoch veranschlagt werden darf. Ueberdies geht auch nach der Vereinigung der Schwarzau und Pitten zur Leitha auf der Strecke Erlach—Lanzenkirchen zur Zeit günstigen

Wasserstandes eine nach Millionen Eimern zählende Wassermenge täglich in den Schotter über.

Aehnliche Erscheinungen zeigt die in vielen Windungen über den Wöllersdorfer Schuttkegel fliessende Piesting oder der „Kalte Gang“. Auch dieser verliert bei günstigem Wasserstande theils durch directe Einsickerung, theils im Wege der Berieselungsanstalten der Colonie Theresienfeld täglich viele Hunderttausende Eimer Wasser.

Es hat sich ferner gezeigt, dass der wechselnde Wasserstand in den genannten wasserabgebenden Gerinnen auf die Ergiebigkeit der Fischa und Fischa-Dagnitz doch nur einen geringen Einfluss ausübt. Ohne Zweifel müssen daher die Niederschläge auf dem Steinfelde selbst von massgebendem Einflusse auf die Stärke der Tiefquellen sein. Der mittlere jährliche Niederschlag auf dem Steinfeld beträgt nach Messungen in dem Anfange der Sechziger- und Siebzigerjahre ungefähr 24·9 Pariser Zoll gleich 3.414,288.000 Eimer, woraus eine mittlere tägliche Niederschlagsmenge von 9,354.000 Eimern berechnet wird. Diese Zahlen sprechen deutlich genug. Rechnet man hiezu die beiläufige Wasserführung der offenen Gerinne und die Zusickerung aus den Bergen, so ergibt sich nach mässiger Schätzung aller dieser Factoren ein Wasserquantum von circa 103,173.000 Eimern, welches täglich im Steinfeldgebiete zum Abfluss gelangt, davon entfallen ungefähr 83 Millionen Eimer auf das Grundwasser; wobei allerdings auf den Einfluss der Verdunstung und der Pflanzen-

decke nicht Rücksicht genommen ist. Jedenfalls ist aber die Wasserführung des Steinfeldes an Mächtigkeit den Reservoirs der Kalkalpen weit überlegen. Wenn man jedoch auch die Zukunft ins Auge fasst, so ist eine Aenderung der physikalischen Bedingungen in dem Infiltrationsgebiete der Hochquellen, soweit menschliche Voraussicht reicht, nicht wahrscheinlich. Dagegen kann durch Zunahme der Verbauung und Cultivierung des Steinfeldes die Menge des dort infiltrirenden Niederschlagwassers und damit die Ergiebigkeit der Tiefquellen in der Zukunft allerdings nicht unerheblich alterirt werden.

Was die Güte des Wassers anlangt, welches die bisher betrachteten Quellen liefern, so liegen hinsichtlich des Kaiserbrunnens Analysen aus alter und neuer Zeit vor, die alle übereinstimmend günstig lauten. So sagt Dr. Ferro[1]) schon im Anfange dieses Jahrhunderts: „Aus dieser vorzüglichen Reinigkeit des Schneebergwassers kann man auf den Nutzen schliessen, den der Gebrauch desselben für die Gesundheit haben muss, denn es werden wenig Quellwässer in der Natur sein, die so wenig fremde Theile in sich enthalten.“ Der Kaiserbrunnen führt geradezu reines Schmelzwasser. Seine Gesammthärte[2]) beträgt nur 7·3 und wird beinahe

---

[1]) Chemische Untersuchungen des Schneebergwassers. (Archiv der Bibliothek der Stadt Wien).

[2]) Unter „Härte“ eines Wassers versteht man die Anzahl der Gewichtstheile unorganischer, von dem Wasser chemisch gebundener Substanzen, welche in 100.000 Gewichtstheilen Wasser enthalten sind.

nur durch unschädlichen kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia hervorgebracht. Die gesundheitsschädlichen salpetersauren und schwefelsauren Salze finden sich kaum in Spuren, desgleichen organische Substanzen; Ammoniak fehlt gänzlich. Ganz ähnlich ist die Beschaffenheit des Stixensteiner Quellwassers. Die erwähnten zahlreichen Schichtquellen des Kalkgebirges enthalten auffallend viel Gyps gelöst, davon stammen die bedeutenden Härtegrade der Quellen von Buchberg (Härte 21), Würflach (Härte 17·4) und des Frauenbrunnens dortselbst mit 44 Härtegraden. Auch die Tiefquellen des Steinfeldes führen sehr reines Wasser. Die Härte des Grundwassers daselbst schwankt zwischen 12 und 13·5. Ammoniak und organische Substanzen finden sich in Spuren. Es steht jedoch zu fürchten, dass bei zunehmender Cultivierung des Bodens die Qualität des Tiefquellenwassers durch die Düngerjauche, die Abfallwässer der Fabriken und Cloaken der Ortschaften bedeutend verschlechtert werden könnte, welcher Umstand im Hochquellengebiete gänzlich ausgeschlossen ist.

Was das Wasser der Quellen im Sandsteine des Wienerwaldes anlangt, so ist dasselbe, wegen des humösen Bodens, der viel Kohlensäure enthält, die wieder als Lösungsmittel für die festen Stoffe wirkt, ziemlich hart, in Folge ihrer oberflächlichen Lage sogar der Trübung durch stärkere Regengüsse ausgesetzt und im Sommer warm. Es dürfte aus diesen und den oben über die Ergiebigkeit gemachten wenigen Bemerkungen hinlänglich klar werden, dass für die sichere Versorgung

einer Grossstadt mit gutem und hinlänglichem Trinkwasser nur den Hochquellen eine massgebende Wichtigkeit zukommt.

Wir gelangen nunmehr zu der dritten Gruppe von Quellenerscheinungen im Wiener Becken: den „warmen Quellen" oder „Thermen". Mit letzterem Namen bezeichnet man Quellen, deren Temperatur constant und höher als die mittlere Bodenwärme ist. Es möchte den Rahmen dieser Skizze weit übersteigen, wenn eine eingehende Darstellung des Wesens und der Entstehung heisser Quellen überhaupt versucht würde, denn die Ansichten der Forscher gehen hierüber ziemlich weit auseinander. Zum Verständniss des Folgenden genügt es hervorzuheben, dass ein genetischer Zusammenhang besteht zwischen den Bruchlinien des Gebirges und den warmen Quellen. In der Regel liegen warme Quellen in grösserer Zahl längs solcher Störungslinien, die auch für das Auftreten vulcanischer Erscheinungen von allergrösster Bedeutung sind. Durch diese Brüche der Erdrinde wird eine Art Communication mit dem Erdinnern hergestellt, das bekanntlich eine sehr hohe Temperatur besitzt. Aus dieser abyssischen Region der Erde stammen die Laven der Vulcane und die heissen Wässer der Thermen. Vulcane und heisse Quellen sind daher in gewissem Sinne verwandte Erscheinungen. Das häufige Auftreten heisser Quellen in vulcanischen Gegenden ist ein deutlicher Hinweis auf dieses Verhältniss. In der nächsten Umgebung von Wien fehlen vulcanische Gesteine, aber die Reaction des Erdinnern

längs der mehrerwähnten grossen Bruchlinie der Alpen von Gloggnitz bis Wien zeigt sich sehr deutlich in dem Vorhandensein zahlreicher warmer Quellen, welche ihrer Lage nach genau dem Bruchrande des Gebirges folgen, so dass man diese Störungslinie gewöhnlich als die „Thermalspalte" von Wien bezeichnet. Die Richtigkeit dieser Annahme erhält eine Stütze durch das Vorhandensein von warmen Quellen bei Mannersdorf und Brodersdorf am Westabhange des Leithagebirges. Dort verläuft längs des Gebirges eine zweite Bruchlinie, das inneralpine Becken gegen Osten begrenzend, gleichsam der Gegenflügel des Bruches bei Wien.

Die wichtigsten Ausflussstellen von Thermalwasser sind: Brunn und Fischau am Steinfeld, Vöslau, Baden, Mödling, Rodaun und Meidling. Auch die Mineralquellen von Pyrawarth scheinen dieser Thermalspalte anzugehören.

Der auf einen kleinen Hügel gelegene „Seilerbrunnen" bei Winzendorf ist der südlichste Punkt der Thermalspalte. Im Orte Fischau entspringen am Rande eines kleinen Teiches vier Quellen mit constanten Temperaturen von 9·5 ^{0}, 11·5 ^{0} und 13 ^{0} R. Das Wasser des Teiches ist am wärmsten (16 ^{0} R.) bei niedrigem Wasserstande, am kühlsten (12 ^{0} R.) bei hohem Wasserstande, ein Beweis, dass auch kälteres Grundwasser zusickert, dass der Zufluss des Thermalwassers ziemlich constant sein muss und dass in der Tiefe des Teiches noch wärmere Quellen hervorbrechen dürften. Dr. Godeffroy gibt neuerer Zeit die Temperatur der

Hauptquelle mit 22·5 ⁰C. = 18 ⁰R. an. Die Thermen von Fischau werden gegenwärtig zu Mineralbädern benützt.

Die Thermen von Vöslau entspringen scheinbar an der Grenze des Alpenkalkes und eines tertiären Conglomerates und erhält das der Tiefe entstammende Thermalwasser oberflächlich viel kaltes Seihwasser als Zufluss. Es sind zwei Thermen vorhanden, die Hauptquelle und die Vollbadquelle. Die Temperatur derselben ist constant 23 ⁰ C. = 18·4 ⁰ R. Das Wasser ist vollkommen klar, geruch- und geschmacklos und enthält keine Spur von Schwefelwasserstoff. An festen Bestandtheilen enthält das Vöslauer Thermalwasser 5·284 Theile auf 10.000 Theile Wasser; darunter sind kohlensaurer Kalk (1·97 Theile) und schwefelsaure Magnesia (1·03 Theile) überwiegend. Im Jahre 1822 liess Graf Fries das warme Wasser in einem Teiche aufsammeln und ein Badehaus errichten. Im Jahre 1825 erfolgte die Fassung der Hauptquelle durch Dr. Malfatti. Der Aufschwung des Curortes begann in den letzten Decennien.

Zu der grössten Bedeutung als Heilquellen sind die Thermen von Baden gelangt. Dieselben liegen an der Kreuzungsstelle einer Querspalte des Kalkgebirges (Helenenthal) mit der Alpenbruchlinie. An diesem Punkte fliesst eine beträchtliche Menge kalten Seihwassers aus dem Gebirge aus, staut sich an dem vorgelagerten, in grosse Tiefe hinabreichenden marinen Tegel der Ebene und vermengt sich mit dem aufquellenden Thermalwasser, dasselbe bedeutend abkühlend.

Alle Schlussfolgerungen aus der Temperatur der Badner Thermen auf die Tiefe, der sie entstammen, sind daher gänzlich unhaltbar und ist die Region, welcher die Thermen ihre hohe Temperatur verdanken, jedenfalls viel tiefer zu suchen, als die höchsten Spitzen des umgebenden Gebirges das Thal von Baden überragen. Es hat dagegen sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich, dass man durch eine in der Thalsohle auszuführende Tiefbohrung viel heisseres und auch mineralreicheres Wasser zu Tage fördern könnte als jetzt, da durch eine solche Vorkehrung wenigstens ein Theil des zusitzenden kalten Seihwassers von den Thermen abgehalten würde. Man zählt gegenwärtig in Baden 13 gefasste Quellen, 3 weitere Thermen quellen im Schwechatflusse auf und fliessen unbenützt ab. Die stärkste der Badner Thermen ist die „Ursprungsquelle“, sie soll 19·46 Cubikfuss Wasser in der Minute liefern. Nach Messungen im Jahre 1873 würde aber die Ergiebigkeit nur 13·67 Cubikfuss per Minute betragen. Die wärmsten Quellen sind nach Messungen des Dr. Habel: das Josefsbad mit 36° C., das Carolinenbad mit 35·7° C., das Frauenbad mit 35·6° C. und die Ursprungsquelle mit 34·9° C.; dagegen fand Dr. Kržišch[1]) für das Josefsbad 34·3° C., für die Ursprungsquelle und das Frauenbad 33·75° C., für das Carolinenbad 32·5° C. Die kühlste Therme ist die Peregrinusquelle mit 26·9° C.[2]) Die grösste

---

[1]) Nach Messungen im Winter 1862.

[2]) 27·5° C. nach Kržišch.

Menge fester Bestandtheile findet sich im „Sauerbad", wo in 10.000 Theilen Wasser 19·761 Theile fester Substanz vorkommen. Merkwürdig ist die grosse Menge[1]) Gyps (schwefelsaurer Kalk) in dem Badner Thermalwasser, sowie die ansehnliche Menge Schwefelwasserstoff,[2]) welche in demselben absorbirt ist. Die Frage nach der Provenienz dieser bedeutenden Menge Schwefels wurde verschieden beantwortet. Man war früher geneigt anzunehmen, dass die Schwefelverbindungen durch die Auslaugung grosser Gypslager des unterirdisch durchstreichenden Werfenerschiefers in das Wasser kämen, was wieder zur Annahme von grossen Höhlungen in dem Untergrunde Badens führte. Neuestens hat der genaueste Kenner der Quellenverhältnisse des Wiener Beckens, Professor Eduard Suess, die Meinung ausgesprochen, dass die Badner Schwefelquelle als eine echte „Solfatara", wie sie den vulcanischen Bezirken eigenthümlich sind, aufzufassen sei, was mit der oben angedeuteten Annahme eines genetischen Zusammenhanges der Thermen und vulkanischen Erscheinungen übereinstimmt. Eine besondere Stütze erhält diese Anschauung durch das Vorhandensein einer kohlensäurereichen Quelle, eines „Säuerlinges", auf der genannten zweiten Bruchlinie östlich von Neustadt, den Gasquellen oder „Mofetten" vulcanischer Districte vergleichbar. Zu wirklichen vulcanischen Eruptionen ist es längs der

---

[1]) 9·322 Gewichtstheile in 10.000 Gewichtstheilen Wasser.

[2]) 12·87 Cubikcentimeter in 1000 Cubikcentimetern der absorbirten Gase.

Bruchlinie des Gebirges bei Wien nicht gekommen, nur Mofetten und Solfataren bildeten sich, die Zeugniss geben von den grossartigen Ereignissen die sich hier abgespielt. Das Vorkommen von gediegenem Schwefel im Leithakalke bei Sommerein und Kaisersteinbruch am Leithagebirge ist eine Spur, dass die Solfataren-erscheinung einstmals viel ausgebreiteter gewesen sein müsse. Die ganze abyssische Reaction ist in unserem Gebiete im Erlöschen begriffen. Die Thermen und zumal die Schwefelquellen von Baden sind der letzte Rest dieser Thätigkeit.

Die Benützung der Badner Thermen als Heilquellen reicht bekanntlich bis in die römische Kaiserzeit zurück. Zur Zeit Marc Aurels führte schon eine Strasse von Vindobona über Aquis (Aquae pannonicae) nach Scarabantia (Oedenburg). Bei verschiedenen Gelegenheiten wurde in Baden römisches Mauerwerk blossgelegt. Im Jahre 1480 wurde der Ort von Kaiser Friedrich IV. zur Stadt erhoben und nach Beendigung der Türkenkriege begann der Aufschwung Badens zu einem vielbesuchten internationalen Curorte.

Von keiner Bedeutung ist die Therme, welche im Jahre 1855 auf einer Wiese unterhalb Gumpoldskirchen entdeckt wurde. Ihr thermaler Charakter ist durch die Tagwässer beinahe ganz verwischt. Wichtiger ist die Mineralquelle von Mödling, welche auch schon den Römern bekannt gewesen sein dürfte, die dann später verschüttet und bei einer Brunnengrabung zufällig wieder entdeckt wurde. Sie wird gegenwärtig mittelst

eines Pumpwerkes gehoben, hat eine constante Temperatur von 11·5° C. und enthält in 10.000 Theilen Wasser 8·966 Theile fester Substanz, davon besonders kohlensauren Kalk (2·812 Theile) und schwefelsaure Magnesia (2·526 Theile). Auch Rodaun und Meidling besitzen schwefelhaltige Thermen. Die Theresienbadquelle des letzteren Ortes hat eine constante Temperatur von 9° R. und ist ziemlich reich an schwefelhältigen Verbindungen. Auch die Mineralquelle des Pfann'schen Bades ist eine Therme. Nach einem im Jahre 1853 im Wienflussbett bei Meidling aufgefundenen Altarstein dürften die Meidlinger Thermen auch schon den Römern der Kaiserzeit bekannt gewesen sein. Diese Kenntniss ging später verloren. Im Jahre 1757 wurde die heutige Theresienbadquelle wieder entdeckt und bald darauf durch Freiherrn von Ehrenfels daselbst ein öffentliches Bad errichtet.

Die Therme von Mannersdorf wurde schon 1734 von Dr. Prosky als uralte Heilquelle beschrieben, wird aber seit 1768 nicht mehr als Bad benützt. Sie ist schwefelfrei und hat eine constante Temperatur von 18° R. Der zweite Punkt, wo an dem Ostrande des Wiener Beckens Thermalwasser ausfliesst, ist Brodersdorf. Auch dort wird wie in Mödling das Wasser geschöpft; es hat eine constante Temperatur von 18° R. und enthält 20·4 Theile fester Substanzen. Es ist besonders bemerkenswerth, dass die Therme von Brodersdorf in ihrer chemischen Beschaffenheit eine grosse Uebereinstimmung mit den Quellen von Baden zeigt.

Aus dieser kurzen Skizze dürfte zu entnehmen sein, dass der Ostrand der Alpen bei Wien einen grossen Reichthum und eine grosse Mannigfaltigkeit an Quellen besitzt. Hieraus erwächst aber die Erkenntniss, dass in unserem Gebiete gerade durch das Studium der Quellverhältnisse ein tieferer Einblick gewonnen wird in den merkwürdigen geologischen Bau des Landes. Diese Erkenntniss erweist sich auch in anderer Hinsicht als höchst fruchtbar. Der aufgestellte Unterschied von Hochquellen und Tiefquellen ist von eminent praktischer Bedeutung für die Beschaffung des für eine Grossstadt erforderlichen guten und ausreichenden Trinkwassers. Das Vorhandensein heilkräftiger Thermen ist ein Factor von höchstem volkswirthschaftlichen Werthe, und so kommen wir zu dem Schlusse, dass nicht nur die mit Recht weit berühmte Schönheit der Landschaft an dem Ostfusse der Alpen von dem geologischen Bau des Landes abhängt, sondern dass mit diesen Verhältnissen und den daraus resultirenden Erscheinungen auch wichtige Interessen einer zahlreichen, hochgebildeten Bevölkerung auf das Innigste verknüpft sind.

Literatur.

Der vorstehenden Skizze dienen zur Grundlage:

„Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungs-Commission des Gemeinderathes der Stadt Wien“. 1864.

„Die Geologie der Kaiser Franz Josef-Hochquellenwasserleitung“ von Felix Karrer. Wien, 1877, bei Alfred Hölder. (IX. Band der Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt). In diesem Werke findet sich ein bis 1877 reichendes sehr vollständiges Literaturverzeichniss, das Wiener Becken betreffend.

„Der Boden der Stadt Wien“ von Eduard Suess. Wien, 1862.

„Geologische Karte der Umgebung von Wien“, mit Erläuterungen von Theodor Fuchs, herausgegeben von der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1873.

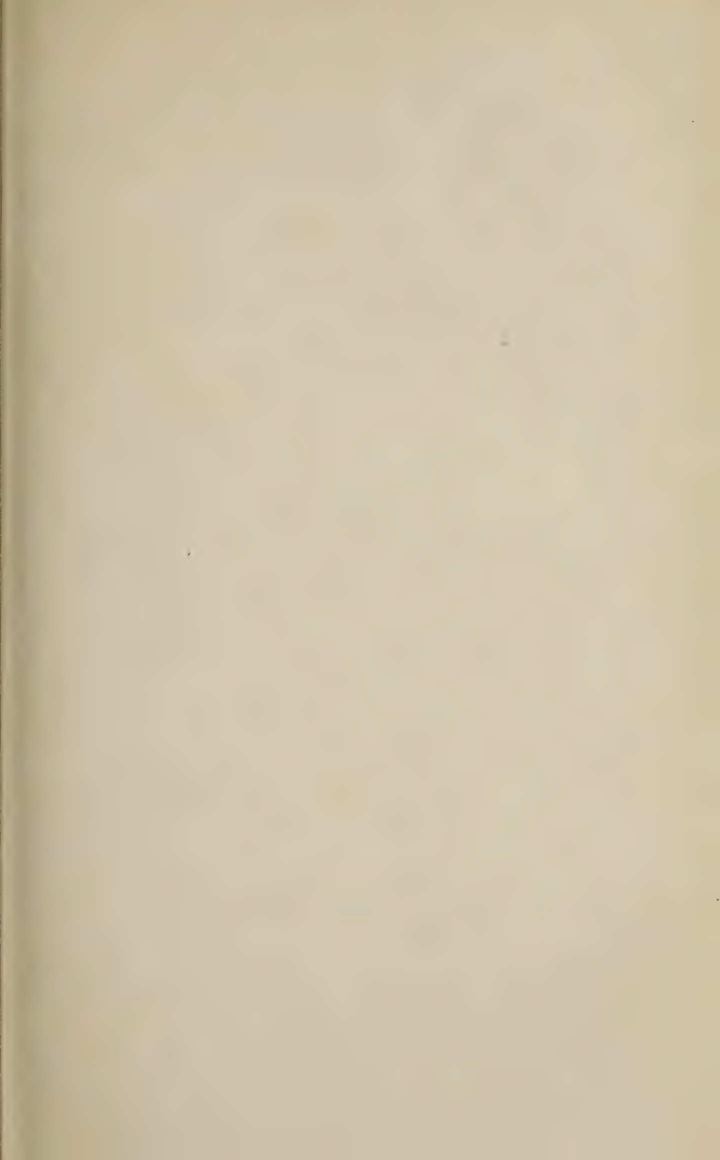
„Die Entstehung der Alpen“ von Eduard Suess. Wien, 1875, bei Wilhelm Braumüller.

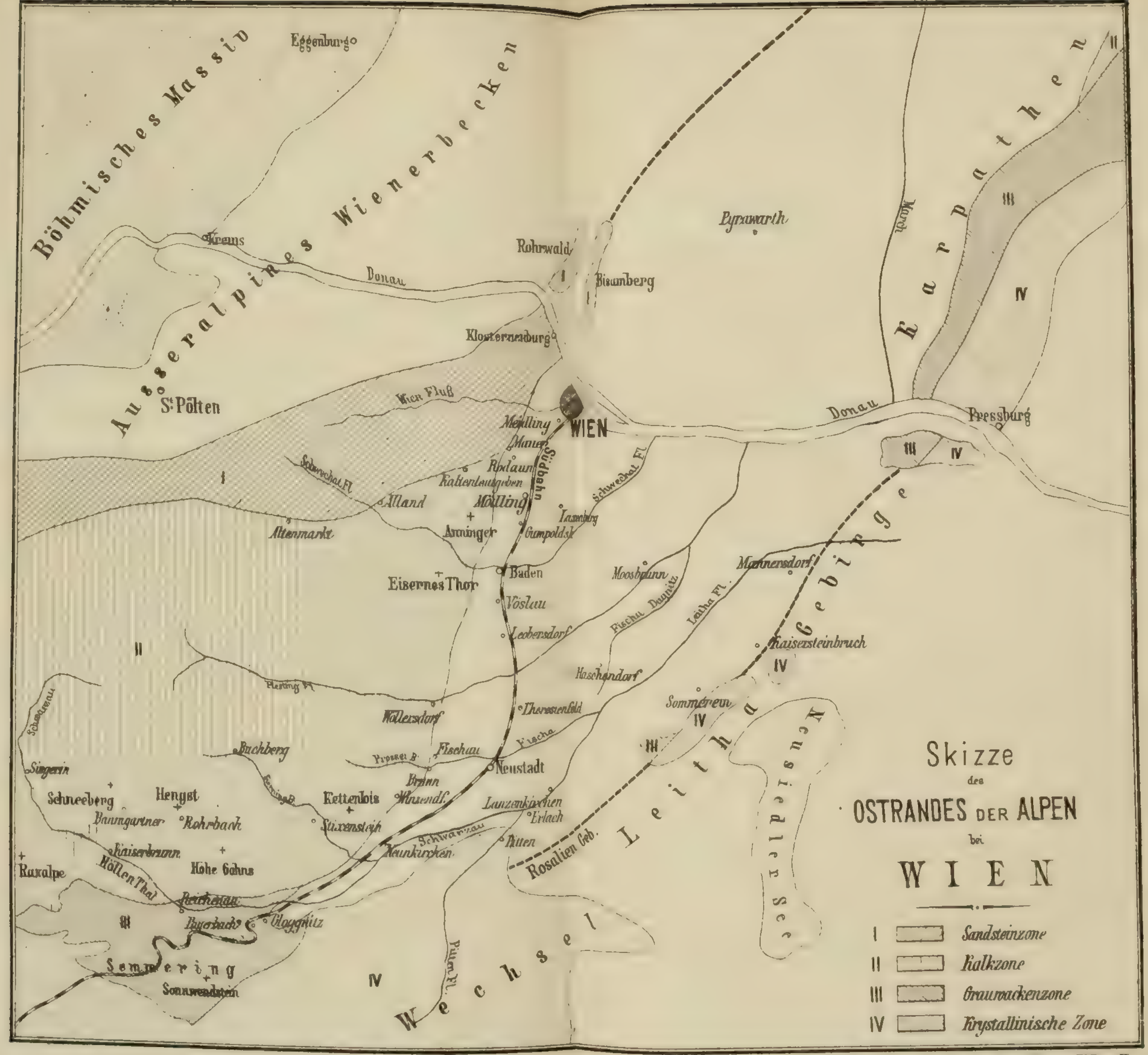
„Führer zu den Excursionen nach der allgemeinen Versammlung der deutschen geologischen Gesellschaft in Wien, 1877“ von Fr. v. Hauer und Dr. M. Neumayer. (Selbstverlag der k. k. geologischen Reichsanstalt.) Mit ausführlichen Literaturangaben.

„Meidling und dessen Umgebung“ von G. M. Bartsch. 1877. (Selbstverlag des Autors.)

„Das Antlitz der Erde“ von Eduard Suess. I. Band, 1885, Prag und Leipzig.

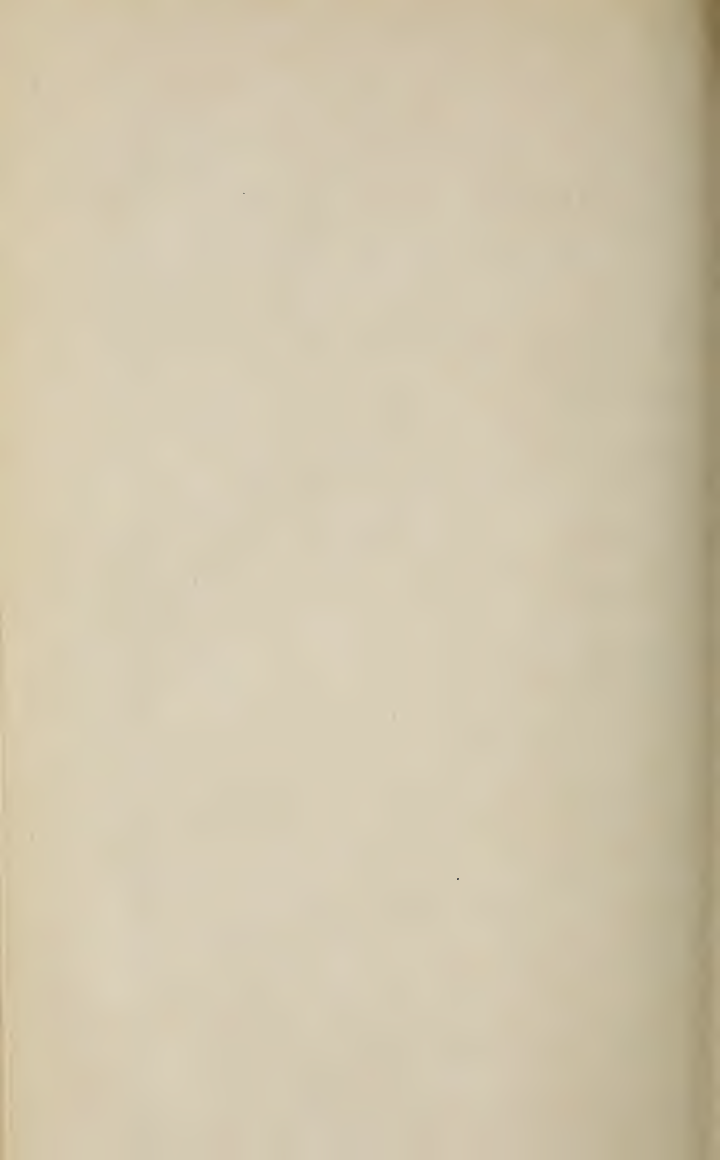
„Die geologischen Verhältnisse von Hernstein in Niederösterreich“, bearbeitet von Dr. Alex. Bittner. (I. Band von „Hernstein in Niederösterreich“, herausgegeben von M. A. Becker.) Wien, 1886, bei Alfred Hölder.





Die Quellen am Ostabhange der Alpen bei Wien von Dr. Franz Noë





Bau und Function

der

Pflanzenorgane.

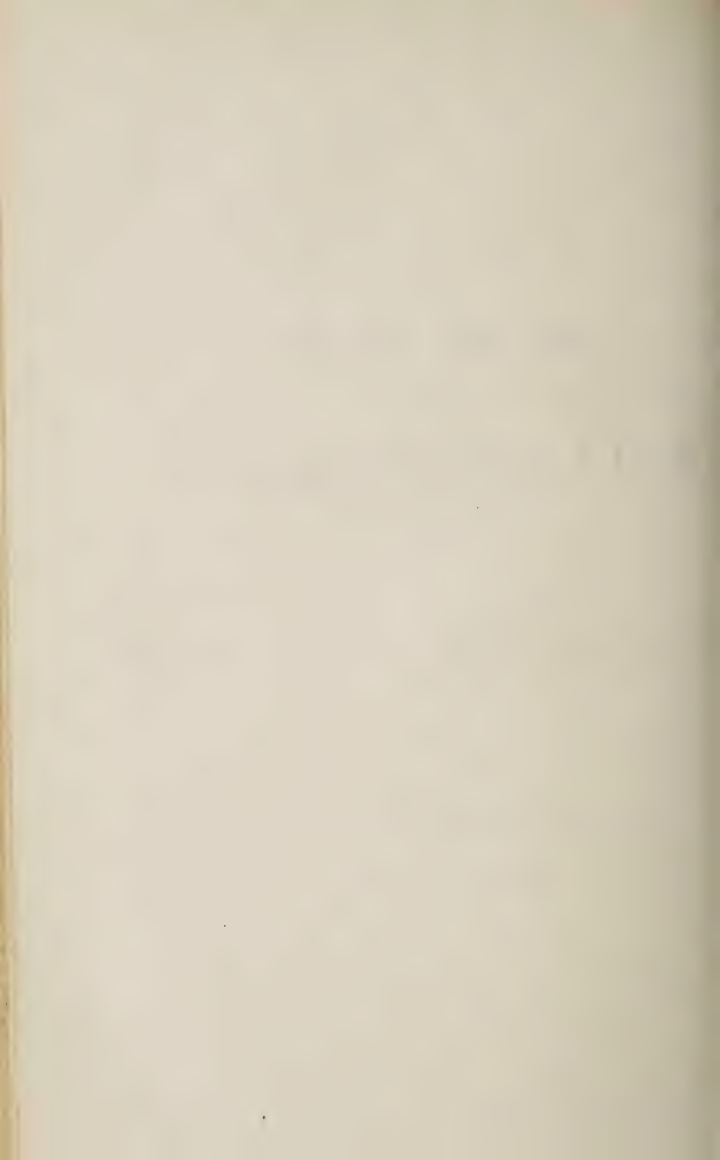
Von

JOSEF BOEHM,

Doctor der Philosophie und Medicin, o. ö. Professor der Botanik an der Universität und an der Hochschule für Bodencultur in Wien.

Vortrag, gehalten am 29. December 1886.

Mit Demonstrationen.



Jedes Lebewesen, mag dasselbe im ausgebildeten Zustande noch so complicirt gebaut sein, beginnt sein Dasein als ein winziges Bläschen. Dieses löst sich entweder sofort von der Stätte seiner Entstehung oder es entwickelt sich aus demselben das neue Individuum bis zu einem bestimmten Stadium noch in Verbindung mit dem Mutterorganismus.

Die chemischen Elemente, aus denen sämmtliche Pflanzen und Thiere bestehen, befanden sich vordem entweder in der Atmosphäre oder sie stammen aus dem Boden. Aber nur die Pflanzen, und auch von diesen nur die grünen, besitzen die Fähigkeit, sich direct von Bestandtheilen der Luft und des Bodens zu ernähren. Die Ernährung und Vermehrung geschieht vermittelst bestimmter Organe, weshalb man die Lebewesen als Organismen bezeichnet. Welche sind nun die wesentlichsten Organe der Pflanzen, wie sind sie gebaut und wie functioniren sie?

Wenn man von einer Pflanze im Allgemeinen redet, so denkt man zunächst an ein Kraut, einen Strauch oder Baum, welche Gewächse, wie verschieden sie auch sonst sein mögen, aus Wurzeln, Stamm und Blättern bestehen.

Die meisten dieser Pflanzen können sich durch Samen vermehren. Die Samen entstehen aus den Keimknospen in den Fruchtknoten der Blüthen. Man bezeichnet diese Gewächse daher als offenehige (Phanerogamen) oder Samenpflanzen im Gegensatze zu den blüthenlosen (Kryptogamen) oder Sporenpflanzen. Diese vermehren sich durch Sporen, d. i. Zellen, welche sich, von der Mutter getrennt, zu einem Tochterindividuum entwickeln können, während in dem Samen die junge Pflanze bereits als Embryo vorhanden ist.

Die Sporenpflanzen besitzen entweder ebenfalls Wurzeln, Stamm und Blätter, wie die Bärlappe, Schachtelhalme und Farne, oder es haben dieselben andere und zwar höchst mannigfache Formen. Man bezeichnet diese, den Stammpflanzen gegenüber, als Lagerpflanzen (Thallophyten).

Die Stammpflanzen bestehen gewöhnlich aus Zellen und aus Gefässen. Diese entstehen aus übereinanderstehenden Zellen durch Resorption der Querwände und durchziehen als continuirliche Röhren alle Organe. Jene Gefässe, welche in sich noch streckenden Organen angelegt werden, sind mit einem abrollbaren Spiralbande ausgekleidet und heissen daher Spiralgefässe.

Den stammlosen Sporenpflanzen (Thallophyten) fehlen die Gefässe. Es sind dies die Pilze, Algen und Flechten. Die Pilze sind im Gegensatze zu den Algen chlorophylllos, und die Flechten sind gar keine selbstständigen Pflanzen, sondern sind entstanden durch ein merkwürdiges Zusammenleben von Pilzen und Algen.

Zahllose Pilze leben auch sonst auf Pflanzen und Thieren, bedingen aber deren Erkrankung und Tod. Ganz anders ist das Verhältniss der Pilze zu den Algen bei den Flechten. Die Pilze bieten den Algen eine willkommene Wohnstätte und versorgen sie mit anorganischen Nährstoffen. Die Algen hingegen bereiten die organischen Bau- und Verbrauchsstoffe nicht nur für sich, sondern auch für ihre Miethsherren und werden dabei von diesen nicht im Mindesten beirrt oder in ihrer Entwicklung geschädigt.

Nach ihren morphologischen Elementen können wir daher die Pflanzen unterscheiden in Zellpflanzen und in Gefässpflanzen. (Im Holze der Coniferen finden sich statt der gewöhnlichen Gefässe Tracheidenstränge, deren Elemente in offener Verbindung stehen.) In der Mitte zwischen den Zell- und Gefässpflanzen stehen die Moose, von denen ein Theil die Form von Lager- und ein anderer die Form von Gefässpflanzen besitzt; diesen fehlen jedoch die Gefässe. — Die Phanerogamen zerfallen in Bedeckt- und Nacktsamige. Bedecktsamig heissen die Pflanzen dann, wenn die Samen in einer von dem Fruchtknoten gebildeten Hülle eingeschlossen sind. Der Fruchtknoten zur Zeit der Samenreife heisst Frucht. Er bildet sich stets so aus, dass die Verbreitung und die Erhaltung der Keimfähigkeit der Samen möglichst gesichert werden. Bei der Samenreife springt die Frucht entweder auf (Kapsel) oder sie bleibt geschlossen. In diesem Falle ist dieselbe entweder ein Balg, oder eine Nuss oder ein Nüsschen, oder eine Beere,

z. B. beim Weinstocke, der Pomeranze, dem Kürbis. Bei den pfirsichartigen wird die äussere Hälfte der Fruchtknotenwand fleischig und die innere Hälfte holzig. Beim Apfel und der Birne ist der Fruchtknoten von dem hohlen und fleischigen Blüthenstiele eingehüllt und mit demselben verwachsen. Aehnlich verhält es sich bei der Rose; die Früchtchen sind hier jedoch frei. Bei der Erdbeere sitzen die Früchte (Nüsschen) auf dem beerenartig angeschwollenen Ende des Blüthenstieles. Bei den Gräsern endlich verwächst die innere Wand des Fruchtknotens mit dem Samen. Die Roggen- und Weizenkörner sind somit nicht Samen, sondern Früchte. Die Maulbeere und die Feige sind keine Früchte, sondern Fruchtstände. Bei der Feige wird der Fruchtboden fleischig und bei der Maulbeere das Perigon. Die Früchte sind in beiden Fällen Nüsschen.

Bei den Nacktsamigen (Gymnosperamen) fehlt der Fruchtknoten; die Keimknospen und die daraus sich entwickelnden Samen liegen ganz frei. — Zu den Nacktsamigen gehören die Coniferen oder Nadelhölzer, Namen, welche für mehrere Gattungen dieser Pflanzengruppe nicht bezeichnend sind. Die Eibe hat keinen Zapfen und der Ginkobaum *(Salisburia)* hat flach ausgebreitete Blätter.

Die Gräser, Hyacinthen, Lilien und Palmen, wie verschieden sie auch sonst sind, haben doch in ihrem Habitus sehr viel Aehnlichkeit. Dasselbe ist anderseits der Fall bei der Nessel, Rübe, Birke und Linde u. s. w. Die Bedecktsamigen zerfallen nämlich in zwei Gruppen;

die einen haben meist streifnervige, die anderen winkelnervige Blätter. Der viel wesentlichere Unterschied zwischen diesen zwei Pflanzengruppen besteht jedoch darin, dass der Embryo der Winkelnervigen zwei, der der Parallelnervigen jedoch nur ein Keimblatt (Cotyledon) hat. Nach diesem Charakter bezeichnet man die zwei Gruppen der Bedecktsamigen als Mono- und als Dicotyledonen. (Bei mehreren Gattungen der Nacktsamigen, z. B. der Kiefer, Pinie, hat der Embryo mehrere Keimblätter.)

Jedermann kennt den Querschnitt durch einen Nadelholz- oder Buchenstamm. Bei den Gymnospermen und den Dicotylen findet sich in der Mitte des Stammes das Mark und das Holz ist mehr oder weniger deutlich geschichtet. Jede solche Schichte ist das Product einer Vegetationsperiode. Da diese Schichten auf dem Querschnitte als Ringe erscheinen, so bezeichnet man sie als Jahresringe. Senkrecht zu den Jahresringen verlaufen von Aussen nach Innen mehr oder weniger feine Linien, die sogenannten Markstrahlen. Bei einem dickeren Stamme erreichen von der Rinde aus nur wenige dieser Strahlen das Mark.

Bei sämmtlichen Gefässpflanzen ist der Stamm aus sogenannten Gefässbündeln zusammengesetzt. Bei den Nacktsamigen und den Dicotylen sind diese Bündel concentrisch um das Mark geordnet und durch die Markstrahlen von einander getrennt, anastomosiren aber vielfach miteinander. — Am oberen Ende biegen die Gefässbündel als Rippen in die Blätter aus.

Jedes dieser Gefässbündel besteht aus Holz und aus Bast und zwischen beiden befindet sich das Cambium, d. i. eine Zellschichte, von welcher neues Holz und neuer Bast gebildet werden. Bei den Gymnospermen und Dicotylen wächst der Stamm unabhängig von seinem Längenwachsthum in die Dicke, und dieses Dickenwachsthum erfolgt durch das der Gefässbündel. Diese werden dadurch keilförmig und es entstehen in denselben immer neue, die secundären Markstrahlen, im Gegensatze zu den früher erwähnten, den Hauptmarkstrahlen.

Ganz anders ist der Stamm der Monocotylen gebaut. Der Querschnitt eines Maisstengels oder eines spanischen Rohres ist deutlich punktirt. Diese Punkte sind die Gefässbündel, welche auf dem Stammquerschnitte also regellos zerstreut sind, und sie biegen ebenfalls in die Blätter aus, bestehen aber nur aus Holz und Bast; es fehlt ihnen das Cambium. Die meisten Monocotylen, auch die Palmen, wachsen nach Ausbildung ihrer bereits in dem Vegetationskegel angelegten Gefässbündel nicht mehr in die Dicke. Von dieser Regel machen nur wenige Gattungen eine Ausnahme, z. B. *Dracaena.* Aber auch bei diesen wachsen nicht die ursprünglich angelegten Bündel in die Dicke, sondern es werden an der Peripherie derselben neue angelegt.

Das Holz ist von der Rinde bekleidet. Als Rinde bezeichnet man im gewöhnlichen Leben jene Haut, welche sich von dem Holze abziehen lässt. Es gelingt dies aber nur bei den Gymnospermen und Dicotylen

und auch bei diesen nur während der Vegetationsperiode. Die Trennung erfolgt nämlich im Cambium, welches zu dieser Zeit aus zarten, in lebhafter Theilung begriffenen und leicht zerreisslichen Zellen besteht. Die so abgelöste Rinde enthält somit auch die Basttheile der Gefässbündel, d. i. jene Gewebe, in welchen die in den Blättern assimilirten Stoffe zu den Verbrauchsstätten wandern. Erst ausserhalb des Bastes liegt die eigentliche Rinde, welche bei allen Stammpflanzen im Wesentlichen gleichartig gebaut ist. Sie ist ursprünglich von der Epidermis bekleidet. Beim Dickenwachsthume des Stammes geht die Oberhaut in der Regel früher oder später zu Grunde und regenerirt sich nicht wieder, sondern es entsteht entweder aus ihr oder aus den darunter gelegenen Zellen eine Korkhülle. Dieser Kork sieht aber meist nicht so aus wie der der Korkeiche, sondern wie die ursprüngliche Oberhaut und führt den Namen Periderma.

Beim weiteren Dickenwachsthume geht die ganze eigentliche Rinde meist zu Grunde und die äusseren Partien des nun frei liegenden Bastes sterben ab. Es entsteht sodann weiter nach innen eine neue Korklage, und wenn auch diese in Folge des Dickenwachsthums zersprengt wird, bildet sich das das lebende Gewebe schützende Periderma in den tiefer liegenden Schichten des Bastes, und so fort. Die abgestorbenen Bastpartien bleiben noch während kürzerer oder längerer Zeit mit dem Stamme verbunden. Eine solche, meist rissige Rinde bezeichnet man als Borke.

Die Wurzel unterscheidet sich vom Stengel dadurch, dass sie blattlos und dass ihre Spitze von der sogenannten Wurzelhaube bekleidet wird, während der Vegetationskegel des Stengels nackt, respective von den jungen Blättern bedeckt ist. Eigentliche Wurzeln haben nur die Gefässpflanzen.

Die Wurzeln sind entweder Haupt- oder Nebenwurzeln. Die Hauptwurzel ist eine directe Verlängerung des Stengels; die Nebenwurzeln können sonst irgendwo aus diesem und auch, wie z. B. bei diesem Blatte der Feuerbohne, aus dem Blattstiele entstehen. Eine Hauptwurzel kann daher nur eine Pflanze haben, welche aus einem Samen gezogen wurde. Das, was man beim Embryo Würzelchen nennt, ist thatsächlich ein Stengel, welcher sich erst bei der Keimung an seinem unteren Ende als Wurzel verlängert. Dies geschieht jedoch nur bei den Dicotylen. Die Monocotylen haben, so wie die Gefässkryptogamen, nur Nebenwurzeln.

Während die Wurzel, in welche Lage man den Embryo bei der Keimung auch immer bringen mag, nach abwärts wächst, wächst der Stengel nach aufwärts. Diese Richtung wird durch die Schwerkraft der Erde bestimmt. Auf einer horizontal rotirenden Scheibe wachsen die Wurzeln in der Richtung der Fliehkraft durch welche die Schwerkraft aufgehoben wird. Man bezeichnet daher die Wurzeln als positiv und die Stengel als negativ geotropisch. Es gibt aber auch Stengel, welche sich so wie die Wurzeln unter der Erde entwickeln, z. B. die Kartoffeln. Diese sind nicht etwa an

ihren Enden verdickte Wurzeln, sondern Zweige in den Achseln von Niederblättern. Die sogenannte Gras- und Veilchenwurzel und die Zwiebeln sind weitere Beispiele von unterirdischen Stengeln.

Die Blätter entstehen in acropetaler Reihenfolge unter der Vegetationsspitze des Stengels und können sich in der mannigfachsten Weise ausbilden. In der Regel sind sie flach ausgebreitet und grün. Die Staubgefässe wurden zuerst von Goethe als umgewandelte Blätter erkannt. Auch der Fruchtknoten ist stets wenigstens theilweise aus Blättern gebildet. Es gibt aber auch Stengel, welche sich ganz blattartig entwickeln, z. B. die Zweige des Mäusedorns *(Ruscus)*, während anderseits die Blätter mancher Binsen vom Stengel nur schwer zu unterscheiden sind.

Die Wurzeln haben zweifache Functionen; sie befestigen die Pflanze im Boden und versorgen dieselbe mit Wasser und den in diesen gelösten mineralischen Nährstoffen. Die Wurzelfasern sind in der Regel mit Wurzelhaaren bekleidet. Dadurch wird ihre saugende Oberfläche vergrössert, und indem sie saure Säfte enthalten, corrodiren und lösen sie festes Gestein.

Die Wurzeln gehen entweder in die Tiefe oder verbreiten sich mehr oberflächlich. Die Wurzeläste zweiter Ordnung werden von der Schwerkraft nur wenig afficirt und die höherer Ordnung wachsen in der Richtung ihrer Anlage fort. Der hieraus für die Pflanze erwachsende Vortheil ist selbstverständlich. Die tiefwurzelnden Pflanzen, z. B. die Kleearten, holen die

vegetabilischen Nährstoffe aus dem Untergrunde und bereichern damit die Ackerkrume.

Die Moose haben statt der Wurzeln nur Haare, welche aus dem Stamme entspringen. Wurzelartige Organe (Rhizoiden), d. i. Wurzeln im physiologischen Sinne, haben auch die Pilze, Algen und Flechten. So senden die Zellen des Kartoffelpilzes, welcher in den Intercellularen seines Wirthes haust, blasenartig anschwellende Haustorien in die benachbarten Zellen der Nährpflanze. Die weissen Fäden (Mycelium), welche z. B. die Culturbeete des Champignon durchziehen, fungiren als die Wurzeln dieses Pilzes.

Durch welchen physikalischen Process die Wasseraufsaugung durch die Wurzeln geschieht, ist noch völlig unaufgeklärt. Die allgemein geltende Ansicht, dass dies ausnahmslos durch Osmose bewirkt werde, ist geradezu naiv. Stark transpirirende Pflanzen werden zunächst anstandlos selbst aus einem luftleeren Behälter ausreichend mit Wasser versorgt von Wurzeln, welche durch heisses Wasser getödtet wurden. Die spätere Sistirung der Wasseraufnahme durch getödtete Wurzeln ist durch secundäre Veränderungen in dem Leitungsgewebe bedingt. Damit soll jedoch nicht etwa behauptet werden, dass die Endosmose zu keiner Zeit und bei keiner Pflanze bei der Wasseraufsaugung durch die Wurzeln eine Rolle spiele. Es ist ja zweifellos, dass das „Bluten“ mancher Pflanzen, z. B. des Weinstockes und der Birke aus frischen Wunden im Frühjahre vor der Blattentfaltung durch dieselbe bewirkt wird.

Die von den Wurzeln aufgenommenen „Säfte“ werden in dem Holze in die transpirirenden Blätter geleitet. Es fragt sich nun: in welchen Elementen des Holzes erfolgt das Saftsteigen und durch welche Kräfte wird dasselbe bewirkt?

Das Saftsteigen erfolgt vorzüglich in den Gefässen und bei den Coniferen in den gefässartigen Tracheidensträngen, und die Hubkraft ist zunächst der Luftdruck. Die Gefässe enthalten Wasser und verdünnte Luft. Die Luftverdünnung wird erhalten und durch die Athmung in Verbindung mit Diffusion zwischen dieser und der Aussenluft. Bei der Athmung wird der Sauerstoff zur Bildung von Kohlensäure verbraucht, und diese so wie der Stickstoff diffundiren nach aussen, während die mit dem Wasser aufgenommene sauerstoffreiche Luft in die luftverdünnten Räume austritt. Die Behauptung, dass die saftleitenden Elemente des Splintes, weil sie kein Protoplasma führen, todt seien und somit nicht athmen, ist wohl eine der grössten Absurditäten, die jemals behauptet wurden. Allerdings genügt selbstverständlich die Druckdifferenz einer Atmosphäre nicht, um den Saft in die Krone hoher Bäume zu heben. Mittelst einer gut construirten Saugpumpe kann das Wasser gegen neun Meter hoch, durch übereinander gestellte Pumpen aber fast bis zur Atmosphärengrenze gehoben werden. Ein solches System von Saugwerken ist aber in jedem Baumstamme verwirklicht.

Bei allen Bäumen stirbt das ältere Holz früher oder später ab und verfärbt sich in der Regel mehr

oder weniger. Dieses Holz heisst Kernholz. Seine Gefässe füllen sich wenigstens theilweise entweder mit Zellen oder mit Gummi. Es leitet daher den Saft nicht mehr und hat für den Baum nur mehr einen mechanischen Werth. Bei *Robinia* füllen sich, und zwar schon im zweiten Jahre auch die Gefässe des Splintes mit Zellen; die Saftleitung erfolgt bei dieser Baumgattung (sowie aus einem analogen Grunde bei *Ailanthus* und *Amorpha)* nur im jüngsten Holze.

Nur die grünen Zellen haben die Fähigkeit, bei geeigneter Temperatur mittelst der ihnen in Form von Licht zugeführten Kraft aus Kohlensäure und Wasser organische Substanz zu erzeugen.

Die Kohlensäure wird nicht durch die Wurzeln, sondern von den grünen Organen direct aus der Luft aufgenommen. Obwohl die atmosphärische Luft in 10.000 nur 3—4 Volumtheile Kohlensäure enthält, so leiden die Pflanzen an diesem Nährstoffe doch niemals Mangel. Die grünen Organe besitzen nämlich Spaltöffnungen, durch welche das genannte Gas leicht in dieselben eintreten und der abgeschiedene Sauerstoff entweichen kann. Die Spaltöffnungen bedingen es aber auch, dass, wenn die umgebende Luft trocken, warm und bewegt ist, die Pflanzen sehr viel Wasser verdunsten, in Folge dessen die Existenz derselben häufig genug bedroht wird. Diese Gefahr wird dadurch verringert, dass die Spaltöffnungen in Folge ihres Baues und ihrer Einfügung zwischen die Oberhautzellen bei Wassermangel sich schliessen. Bei geschlossenen Spalt-

öffnungen ist allerdings auch die Aufnahme von Kohlensäure sehr erschwert und somit die Assimilationsintensität eine geringe.

Auf die Producte der chlorophyllhältigen Zelle sind, direct oder indirect, nicht allein sämmtliche Thiere und die chlorophylllosen Pflanzen angewiesen; es gilt dies auch von den nicht grünen Theilen einer grünblätterten Pflanze. Das organische Material für den Aufbau des Stammes, der Wurzeln, der Blüthen und Früchte und der nach der Ruheperiode aus den überwinternden Theilen hervorbrechenden Schösse wurde in den grünen Organen erzeugt, aus welchen es entweder, zum sofortigen Verbrauche, in die Orte der Neubildung oder, als Reservenahrung, in bestimmte Zellen abgeführt wird. Als Reservekammern fungiren insbesonders die Samen, die Wurzeln und wurzelartigen Stengel (Rhizome) einziehender Pflanzen, die Zwiebeln und Knollen und die Markstrahlen der Sträuche und Bäume.[1])

Nicht alle Blätter sind grün und dann dienen sie bei höchst mannigfacher Ausbildung sehr verschiedenen Zwecken. Die fleischigen Schuppen der Zwiebeln z. B. sind Reservestoffbehälter, und durch die lederartigen Knospenschuppen, welche häufig eine schleimige Sub-

---

[1]) Die gewöhnliche Form, in welcher die Kohlehydrate aufgespeichert werden, ist die Stärke, welche als Zucker wandert. Die allgemein geltende Annahme, dass diese Ueberführung durch Diastase bewirkt werde, ist selbst für keimende Gerste entschieden unrichtig.

stanz absondern, werden die zarten Anlagen der nächstjährigen Laub- und Blüthensprosse vor den Unbilden des Winters geschützt. Die verschiedenen Theile der Blüthe sind, wie schon erwähnt, grösstentheils umgestaltete Blätter. Häufig ist die Function der Blätter eine mehrfache. So fungiren sie bei der sogenannten hundertjährigen Aloë *(Agave americana)* gleichzeitig als Assimilations- und als Speicherorgane. Die Cotylen vieler Pflanzen sind anfangs Reservestoffbehälter und ergrünen beim Keimen.

Die Blätter der Blumenkrone sind oft prachtvoll gefärbt.

Weiss sind die vegetabilischen Gewebe dann, wenn sie frei von Farbstoffen sind und entweder nur in den Intercellularräumen, oder auch in den Zellen selbst Luft führen. Die Träger des gelben, rothen, blauen und violetten Farbstoffes sind entweder, so wie die des Chlorophylls, kleine Körner, oder es sind die Zellsäfte tingirt.

Manche Gewebe ändern ihre Farbe beim langsamen Absterben, z. B. die grünen Blätter im Herbste und, wie schon erwähnt, der Splint beim Uebergange in Kernholz. Alle Farbhölzer sind Kernholz, welches, so lange es lebte und als Splint den Saft leitete, ungefärbt war.

Krapp und Indigo sind in den lebenden Zellen der betreffenden Pflanzen als ungefärbte Zuckerverbindungen vorhanden, welche nach dem Tode unter geeigneten Bedingungen zerfallen. Die Ansicht, dass das Indigo in den Pflanzen (besonders *Indigofera* und *Isati-*

stinctoria = Waid.) im ungefärbten, d. i. reducirten Zustande (als Indigoküppe) vorkomme, ist unrichtig.

Von blauen Pflaumen und Heidelbeeren lässt sich ein weisses Pulver (Wachs) abschaben und dieselben erscheinen dann schwarz. Die blaue Färbung ist bei den genannten Früchten durch dieselbe Ursache bedingt, in Folge derer der wolkenlose Himmel oder die angeschwollenen Venen, manche Geschwülste und eine dünne Schichte Milch auf schwarzer Tasse blau erscheinen. Diese Ursache liegt in dem optischen Verhalten der sogenannten trüben Mittel. Diese durchscheinenden Körper reflectiren nämlich mehr blaues als anderes Licht, und wenn das durch sie gegangene Licht von einem schwarzen Hintergrunde absorbirt wird, so erscheinen dieselben in der bezeichneten Farbe. Auch in den schwärmerischen Augen einer Blondine findet sich keine Spur eines blauen Farbstoffes. Bis zu einem bestimmten Stadium des embryonalen Lebens sind die Augen roth und bleiben es zeitlebens bei den Albinos. Schon Aristoteles wusste, dass alle Kinder blaue Augen haben. In diesem Lebensstadium findet sich schwarzes Pigment nur auf der hinteren Seite der sonst farblosen Iris, durch welche früher die Blutgefässe durchschienen; falls sich später eine geringere oder grössere Menge Pigment auch in der Regenbogenhaut selbst entwickelt, erscheint dieselbe dann braun oder schwarz.

Welchen Nutzen gewährt nun das oft so prachtvolle Blumencolorit den betreffenden Pflanzen?

In den Staubgefässen werden die befruchtenden Zellen für die geschlechtliche Fortpflanzung erzeugt. Auf der Narbe bilden diese Zellen einen Schlauch, der durch das lockere Gewebe des Griffels bis zur Eizelle wächst. Auf die Narbe getragen werden diese Zellen in der Regel entweder durch den Wind oder durch Insecten, welche den in den sogenannten Nectarien der Blüthen erzeugten Honig aufsuchen. Aufmerksam gemacht auf diese Honigquellen werden aber die Insecten durch das oft in den buntesten Farben schimmernde Hochzeitskleid der Pflanzen und deren Duft.

Und auf das Gemüth des Menschen wirkt nichts so erhebend und veredelnd als Floras blühende Kinder. In sinniger Weise schmückt die in Liebe verzückte Mutter die Wiege des Kindes mit Blumen. Wenn Sehnsucht und Liebe die Brust des Jünglings erfüllen und ihm die Stimme versagt, so wählt er als beredten und herzgewinnenden Dolmetsch seiner Gefühle die Blume. Mit Blumen bekränzt sich die Braut. Blumen legen wir auf den Sarg der heimgegangenen Lieben und Blumen pflanzen wir auf ihr Grab. Von Pflanzen leben wir, unter Pflanzen vergehen wir und in den Pflanzen erstehen wir wieder im ewigen Wechsel von Tod und Leben.



Fig. 1.



In der grössten Tiefe des Grand Cañon. (Nach J. W. Powell.)
(1890 Meter = 6200 Fuss.)

Geologische Forschungsergebnisse

aus dem

Flussgebiete des Colorado.

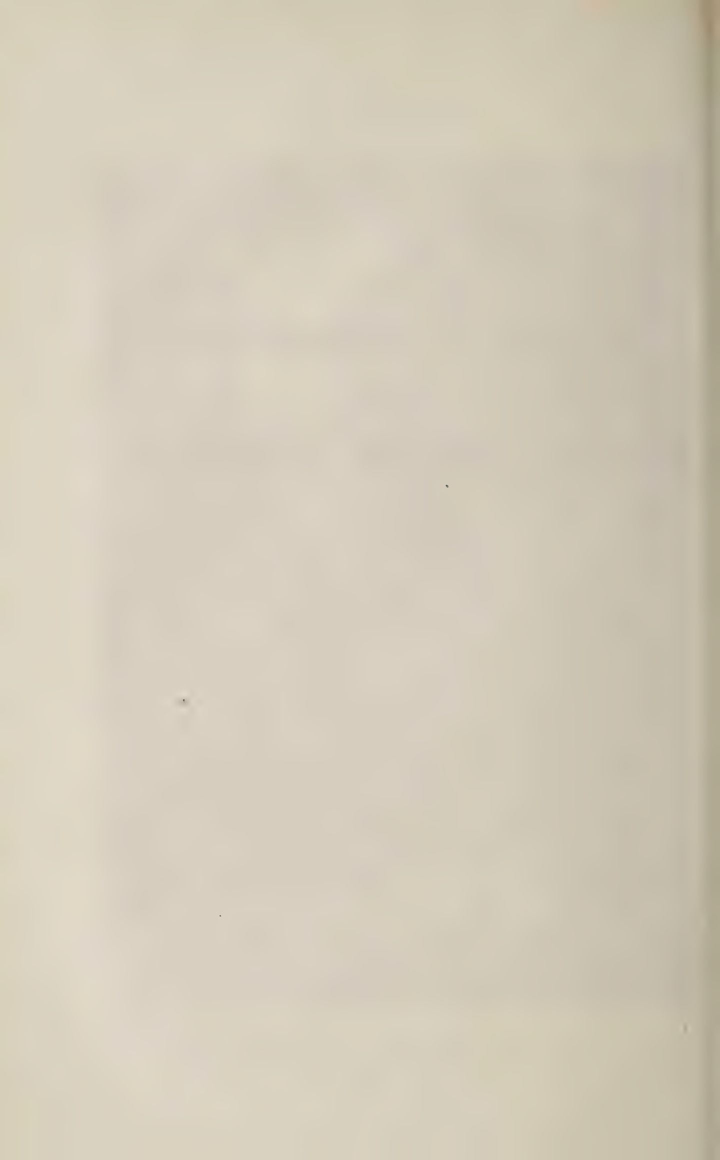
Von

DR. FRANZ TOULA,

o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 5. Jänner 1887.

Mit elf Abbildungen.



Es kann mir nicht beifallen, in der kurzen Spanne Zeit einer Stunde Ihnen, hochgeehrte Anwesende, mehr bieten zu wollen als eine beiläufige Vorstellung von der Wichtigkeit und dem hohen Interesse der einen oder anderen Errungenschaft der geologischen Forschung auf dem weiten Gebiete der vereinigten Staaten.

Am frühesten wurden geologische Aufnahmen in den östlichen Staaten vorgenommen, und zwar in Massachusetts und Connecticut. Die älteste geologische Detailkarte stammt aus dem Jahre 1817, behandelt einen Theil des erstgenannten Staates und ist von Edward Hitchcock hergestellt, der auch die erste Uebersichtskarte über denselben Staat (1832) herausgab (5 Meilen = $^3/_4$ Zoll oder circa 1:422.400), in Begleitung des ersten Berichtes über die geologischen Aufnahmen von Massachusets, ausgeführt über Anordnung der Regierung dieses Staates. Die übrigen Neu-England-Staaten folgten diesem Beispiele bald, doch ist bis zur Stunde eigentlich nur New-Hampshire wirklich in grösserem Massstabe vollkommen aufgenommen worden ($2^1/_2$ Meilen = 1 Zoll oder circa 1:158.500).

In allen anderen Staaten sind wiederholte Unterbrechungen der Aufnahmsarbeiten zu verzeichnen, und

wenn auch zum Theile überaus reichhaltige und dankenswerthe Publicationen vorliegen, so ist doch von einer eigentlichen systematischen Arbeit mit allseitig befriedigenden Resultaten seltener die Rede. Pennsylvanien und New-York erfreuten sich intensiver Durchforschung.

Vom Jahre 1850 an datiren die von Seite der Washingtoner Centralregierung eingeleiteten naturwissenschaftlichen Forschungen. So wurde 1850—1852 das kupferreiche Gebiet am oberen See studirt und 1852—1857 eine Reihe von Landstrecken im Westen behufs Gewinnung der nöthigen wissenschaftlichen Basis für die Bestimmung der transcontinentalen Eisenbahnlinien durchzogen, und seit 1853 unterstützte sie auch den verdienstvollen F. V. Hayden bei seinen geologischen Forschungen in den westlichen Territorien, und übertrug demselben 1867 officiell die Leitung der geologischen Untersuchungen derselben („United States geological Survey of the Territories“). Hayden hat bis zum Jahre 1878 zahlreiche Berichte (Reports) erstattet, und unter seiner Leitung wurden die Staaten und Territorien Montana, Idaho, Wyoming, Colorado und Utah ganz oder zum Theil in Karte gebracht. Ausser den Reports — auf einen Band des letzten (zwölften) Reports, der sich mit dem Yellowstone-Nationalpark beschäftigt, komme ich bei einer späteren Gelegenheit zu sprechen — wurden noch ausführliche grosse Kartenwerke, so jenes über Colorado, Bulletins und monographische Abhandlungen paläonto-

logischen Inhaltes veröffentlicht. Gleichzeitig wurde Clarence King vom Kriegsministerium mit der Aufnahme eines über 160 Kilometer breiten Landstreifens zu beiden Seiten des 40^0 nördlicher Breite zwischen dem Felsengebirge einer- und der Sierra Nevada andererseits betraut („United States Exploration of the fortieth Parallele“). Sechs gewaltige Quartbände, ein topographisch-geologischer und ein montanistischer Atlas sind reiche Früchte dieses Unternehmens, auf das noch weiter eingegangen werden soll.

Ein drittes Unternehmen wurde 1869 gleichfalls im Auftrage des Kriegsministeriums von M. Wheeler in Angriff genommen. Es handelte sich dabei um die geodätisch-kartographische und naturwissenschaftliche Aufnahme des ganzen Gebietes zwischen dem hundertsten Meridian und der pacifischen Küste („United States geographical Survey west of the hundredth meridian“). Nur ein freilich nicht unansehnlicher Theil der auf 94 Kartenblätter (im Massstabe von 1:506.880) berechneten Aufnahmsarbeit wurde durchgeführt und die Ergebnisse in einer Reihe von Publicationen niedergelegt.

Endlich wurde auch eine Untersuchung der Felsengebirgsregion von Seite des Ministeriums des Innern veranlasst („United States geographical and geological Survey of the Rocky Mountains region“) und unter die Direction J. W. Powell's, des ersten Erforschers der Coloradoschluchten, gestellt.

Es ist klar, dass die vier Expeditionen in manchen Gebieten sich begegnen mussten, dass manche Aufnahmsarbeit zwei- und mehrfach gemacht wurde, was im Interesse der grossen Sache und des enormen Arbeitsgebietes bedauert werden muss. Andererseits war dies aber für die Zukunft von grossem Nutzen, da dadurch der nöthige Stab von Beobachtern erzogen wurde, der nun der 1879 neu gegründeten centralisirten Staatsanstalt, „der geologischen Landesanstalt der Vereinigten Staaten“, zugute kommt. Drei Institutionen dieser Art — wie wir sie in unserem Musterinstitute, der k. k. geologischen Reichsanstalt, seit nun bald vier Decennien besitzen — wurden in den letzten Jahren ins Leben gerufen. Kurz voran ging die Errichtung der preussischen geologischen Landesanstalt (1878), die Gründung der russischen geologischen Reichsanstalt folgte bald darauf (1883).

Den ersten Plan für die amerikanische Landesanstalt entwarf Clarence King, der aber kurz darauf sein Amt niederlegte, welches an den nunmehrigen Director J. W. Powell übertragen wurde. Es ist nicht uninteressant, einige Vergleiche zu ziehen. Die Vereinigten Staaten von Nordamerika umfassen ein Areal von 9,272.449 Quadratkilometer mit zusammen 50 Millionen Einwohnern, sie sind also nur um etwa 400.000 Quadratkilometer kleiner als das ganze continentale Europa, während seine Bevölkerung nicht einmal $^1/_6$ der europäischen ausmacht; mit Oesterreich (den im Reichsrathe vertretenen Ländern) verglichen (Flächen-

raum 300.209 Quadratkilometer mit rund 22 Millionen Einwohnern), ist dieses der Fläche nach nur $^{1}/_{30}$ der Vereinigten Staaten, während seine Einwohnerzahl nur etwas weniger als die Hälfte der letzteren ausmacht. Die Kosten für die amerikanische Landesanstalt, die aber auch die weitere geodätische Aufnahme des Landes zu besorgen hat, beliefen sich im Jahre 1883/84 (Juni—Juni) auf 329.795 Dollars, etwa gleich 844.000 Gulden ö. W.

Nach dem neuen Arbeitsplane ist der ungeheure Complex in sieben Arbeitsgebiete eingetheilt worden: 1. Das Felsengebirge, 2. die grossen abflusslosen Becken (Great Basin), 3. das pacifische Küstenland, 4. und 5. das nord- und südappalachische System, 6. und 7. das nördliche und südliche Mississippi-Becken. Vorerst ist die Hauptthätigkeit in Verfolgung der bis nun gewonnenen Resultate im Westen entfaltet worden, im Osten wurden Aufnahmen in den südlichen Appalachen vorgenommen.

Mit dieser Centralisation ist vor Allem eine einheitliche Darstellung ermöglicht, was von nicht genug zu preisendem Werthe ist.

Wir wollen uns nun aber vorerst nach Westen begeben, nach dem „fernen“ oder dem „grossen“ Westen, wie die Amerikaner zu sagen pflegen, und wollen die eine und andere reife Frucht der Aufnahmsthätigkeit im Verlaufe des letzten Jahrzehntes, und zwar ganz besonders im Coloradogebiete in Betracht ziehen. Ich will einerseits Ihre Aufmerksamkeit lenken

auf zwei hochinteressante Gebirgsbildungsformen, sodann auf das in mancher Beziehung grossartigste Drainagesystem, das wir kennen: das des Colorado, im Gegensatze zu benachbarten, der Entwässerung entbehrenden ausgedehnten Gebieten, und endlich möchte ich auf die interessanten Ergebnisse der Erforschung des in der Vorzeit vereist gewesenen Theiles der Vereinigten Staaten und auf die grossen ehemaligen Seebecken verweisen und erstere mit europäischen Verhältnissen vergleichen. Ob die Zeit ausreichen wird, ist die Frage, noch fraglicher aber ist, ob Ihre Geduld ausreichend sein wird, mir so weit zu folgen. Ich werde mich bemühen, kurz zu sein.

Zwei grosse Gebirgssysteme (man vergleiche eine Karte) ziehen, ein ungeheures, im Allgemeinen beckenartig vertieftes, zum grossen Theil abflussloses und daher zur Wüstenbildung geneigtes Gebiet (Great Basin) zwischen sich fassend, von Nord nach Süd: das Felsengebirge (Rocky Mountains) im Osten, das pacifische Doppelsystem (Sierra Nevada — Cascadengebirge und die Küstenkette) im Westen. Aus Hayden's grossem Werke über Colorado (1877) können wir uns Vorstellungen über den Bau des gewaltigen Felsengebirges verschaffen. Mächtige und breite Höhenzüge, aus uralten Gesteinen gebildet, wie sie in den Centralmassen unserer Alpen auftreten, reihen sich von Süd nach Nord aneinander: zu äusserst im Osten die Sangre de Christo-Kette, an die sich die Front- oder Coloradokette schliesst. Fast parallel dazu verlaufen die Sawatch-

und Parkkette. Alle sind südnördlich gerichtet, mit der Neigung, gegen Nordwest umzubiegen. Diese Umbiegung gegen West ist am schärfsten weiter nördlich ausgeprägt, wo die Laramiekette, ein Sattel mit recht übereinstimmend gebauten Flügeln, direct westwärts gegen die Windriverkette umbiegt. Einen entgegengesetzten Bogen, mit der Convexseite nach Südost gekehrt, bildet die gleichfalls symmetrischen Bau besitzende halbmondförmig gekrümmte Bighornkette.

Doch diese Tendenz nach Westen auszuweichen zeigt kein Gebirge schöner als das Uintagebirge, dessen hochinteressanten Bau uns Powell und Clarence King auf das Vollkommenste enthüllt haben.

Ein durch die Aufnahmsergebnisse (W. H. Holmes) überaus interessantes Gebirgsglied bilden auch die Elk-Mountains (Fig. 2 und 3), eine von Südost nach Nordwest ziehende Gebirgsfalte — die sich an die krystallinische Masse der Sawatchkette innig anschmiegt, so dass man sie als an dieselbe angepresst betrachten muss — von so überaus wohl erkanntem Bau, dass die hier beigefügte schematisirte Darstellung geradezu als ein sprechendes Beispiel gelten kann für das bei geologischen Aufnahmen anzustrebende Schlussergebniss.

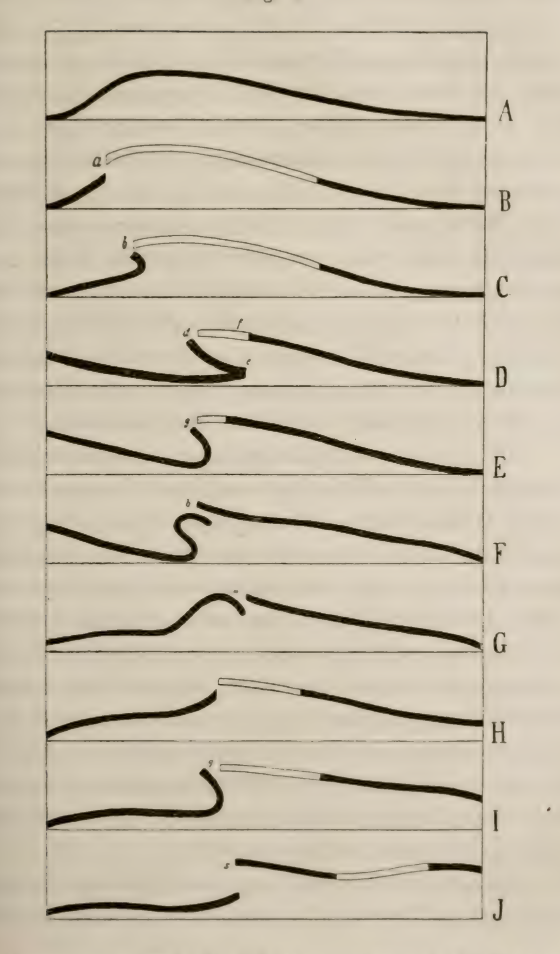
Die Elk Mountains bilden keine continuirliche Kette, sondern bestehen aus einer Anzahl von aneinandergereihten Berggruppen und isolirten Gipfeln mit ganz ansehnlichen Höhen. Die nördlichste Spitze der Sopris Peak steigt bis zu 3953 Meter, die Capitolspitze (in der Snow Massgruppe) auf 4261 Meter, der White

Fig. 2.



Die Falte der Elk Mountains (nach Holmes).

Fig. 3.



Querschnitte durch die Elk Mountains (nach Holmes).

Rock Peak auf 4221 Meter in der gleichnamigen Gruppe. Die genannten Spitzen liegen in den drei kleinen Gebieten granitischer Kernmassen, die höchste Spitze aber, der Castle Peak mit 4301 Meter, liegt im Gebiete der sedimentären Hüllen. Freilich wirken diese den Alpengipfelhöhen gleichen absoluten Höhen bei Weitem nicht so wie in den Alpen, da die Berge auf den 2400 Meter und darüber hohen Plateaus aufgesetzt erscheinen, ihre relativen Höhen also 2000 Meter nur wenig übersteigen. Das etwa 2000 Quadratkilometer einnehmende Gebirge liegt im Gebiete des Grand-Gunison- und White River (Nebenflüsse des oberen Colorado oder des Green River). Der Gunison drainirt den südlichen, der Grand River den nördlichen Theil des Gebirges.

Die drei genannten Berggruppen bilden entblösste Partien der krystallinischen eruptiven Achsengesteine, wahre Granitstöcke, welche hervortreten aus einer sattelartig (antiklinal) gefalteten Hülle von sedimentären Bildungen, und zwar altpaläozoischen Quarziten (120—180 Meter), Kalken, Sandsteinen, Conglomeraten und Schiefern der Carbonformation (600—1200 Meter mächtig), die weiter überlagert werden von rothen Sandsteinen (Dyas oder Trias, 300—750 Meter mächtig). Darüber treten in Mulden (Synklinalen) an beiden Flanken des Gebirges 150—250 Meter mächtige Mergel-, Sand- und Kalklagen des Jura und (450—900 Meter mächtige) Schiefer der Kreide auf.

Im äussersten Norden ist diese Hülle im Zusammenhange geblieben und einfach flach geneigt, weiter

südlich in der Snow Massgruppe ist sie auf der Höhe abgetragen und lässt den Granit zu Tage treten. Schon hier zeigt sich deutlich eine Schichtenknickung und förmliches Umkippen am Westrande der Masse, was so weit geht, dass im mittleren Theile des Gebietes die gebrochenen Ränder der Sattelwölbung sich übereinander legen, ja sogar Einklemmungen von Theilen des Sedimentmantels zu verfolgen sind. Noch weiter südlich klafft der Sattel wieder und es tritt die White Rockmasse hervor, eingefasst von den zum Theil gelappt, zum Theil förmlich nach West umgelegt erscheinenden Sedimenthüllen. Bau und Erklärung der Ursache der Erscheinungsformen dieses Baues werden bei Betrachtung der bildlichen Darstellungen ohneweiters sofort verständlich sein.

Ihre ganz besondere Aufmerksamkeit möchte ich jedoch auch auf die Uinta Mountains lenken. Das Uintagebirge, gewiss eines der merkwürdigeren unserer Erde, zieht unter dem 41.⁰ nördlicher Breite ziemlich genau, einen leicht gegen Nord convexen Bogen bildend, von West nach Ost, über einer zwischen 1800 und 2100 Meter hohen Basis bis zu einer Meereshöhe von 4114 Meter (Hayden's Peak) im äussersten Westen ansteigend. Die grösste relative Höhe beträgt somit auch hier nur wenig über 2000 Meter. Gegen Osten nehmen die Gipfelhöhen allmälig ab bis auf 2600 Meter. Es bildet einen breiten und flachen Rücken, der einen mächtigen, breiten Kern aus paläozoischen Sandsteinen und sandigen Schiefern (Uinta-

gruppe) besitzt (Fig. 4), ein flaches Gewölbe bildend, das an seiner Nordflanke durch einen mit der Achse im allgemeinen parallel verlaufenden Riss gestört ist, so zwar, dass der eine nördlich davon gelegene Flügeltheil in ungeheure Tiefe abgesunken ist, die local nach Powell über 6000 Meter beträgt.

Sie werden mich fragen, wieso diese Höhe bestimmt werden kann?

Sie ergibt sich vor Allem aus den ermittelten Mächtigkeiten der übereinander folgenden Gesteinsschichten. An diesem Bruche liegen nämlich an die Kerngesteine unmittelbar angrenzend Gesteinsbildungen, welche im Süden erst über einer sehr mächtigen Schichtenreihe folgen, die der Steinkohlenformation, dem Jura und der Kreideformation angehören und über den heutigen Gebirgsrücken hinweg mit jenem versunkenen Flügel

Fig. 4.
Querschnitt durch die Uinta-Mountains (nach Powell).

in Verbindung gestanden haben mögen. Powell hat es versucht, auf Grund der von ihm gemachten Wahrnehmungen das Gebirge so zu reconstruiren, dass man eine Vorstellung von dessen Höhe und Form erhält, unter Annahme, dass jenes Verhältniss thatsächlich bestand, und wir würden dadurch zu der wichtigen Annahme geführt, dass damals das ungeheure Gewölbe sich bis zu 8600 Meter Höhe über das heutige Oberflächenrelief erhob, eine Höhe, welche der Meereshöhe des Himalaya gleichkommen würde. Dies führt aber zu dem weiteren Schlusse, dass diese ganze geradezu ungeheure Masse — sie beträgt nicht weniger als rund 40.000 Cubikkilometer oder 10.000 englische Cubikmeilen — im Laufe der Zeit abgetragen worden sei.

So gross diese Masse erscheint, so verschwindet sie freilich förmlich anderen Abtragsmassen gegenüber, die wir bald erörtern werden. Die erwähnte Bruchlinie ist selbstredend nicht die einzige Störung in diesem Gebirge: wir haben im nördlichen Theile auf eine kürzere Strecke eine locale Vertretung der einen grossen durch zwei kleinere, wir erkennen aus Powell's „Stereogramm“ aber auch Schichtenbiegungen südwärts von dem grossen Gewölbe, so dass hier eine Strecke weit eine Mulde (Synklinale) eingeschaltet erscheint. Ja diese Zusammenpressung zur Mulde hat auf eine grössere Strecke hin sogar zu einem südlichen Abbruche geführt, einer südlichen Verwerfung („Fault“), der Yampaverwerfung, indem eine Trennung des Zusammenhanges in einer Sprunghöhe von beiläufig

1100 Meter eintrat, neben welcher wieder südwärts eine Sattelbildung, das Yampaplateau bildend, resultirte.

Vergleicht man die Gebirgsglieder des Uintagebirges, so erkennt man klar, dass dasselbe, wenn es auch im Westen so ziemlich unvermittelt an die im Allgemeinen wieder nordsüdverlaufenden Ketten des Wasatchgebirges abzustossen scheint, nach Südosten hin mit dem Sawatchgebirge in Verbindung gebracht und somit an die Ostkette des Felsengebirges ähnlich so angegliedert werden kann, wie die oben erwähnte Bogenbildung der Laramie-Windriverketten.

Die auffallendste Erscheinung in diesem Gebiete haben wir übrigens erst zu besprechen; es ist dies der merkwürdige Verlauf des Green River, des westlichen Quellflusses des Colorado, quer durch das wie eine gewaltige westöstliche Gebirgswelle verlaufende Gebirge.

Der Fluss tritt heute in einer Meereshöhe von 1774 Meter in das Gebirge, und zwar im Westen, dort, wo nördlich von der hier weniger beträchtlichen Hauptverwerfung der nördliche Flügel der grossen Sattel- oder Gewölbebildung auf das Beste zu verfolgen ist.

Er wendet sich im Red Cañon, einer Schlucht mit stellenweise 500 Meter hohen Steilufern, nach Ost, fliesst parallel mit dem Gebirgsverlaufe im Streichen des Gebirges, um dann in dem herrlichen (in der Luftlinie) 28 Kilometer langen Cañon von Lodore das Gebirge quer zu durchbrechen und bei der Einmündung des aus Ost kommenden Yampa Rivers, gegen West und Westsüdwest umbiegend, auf viel gewundenem, ab-

wechslungsreichen Laufe den Südflügel des Gebirges zu passiren.

Abgesehen von dem früher erwähnten allgemeinen Abtrag hat sich also der Fluss eine enge Rinne quer durch ein Gebirge hindurch ausgenagt, welche in den Querstrecken (Nordsüdlaufstücken) etwa 700—1100 Meter tief unterhalb der heutigen, allgemeinen, mittleren Gebirgsoberfläche liegt.

Sein Thal ist ein wahres Durchbruchsthal. Wenn wir einen Vergleich auf heimischer Erde geben sollten, könnten wir auf das grandioseste Laufstück der Donau zwischen Bazias und Orsova hinweisen.

Die Erklärung der Entstehung solcher Durchbruchsthäler bereitet viele Schwierigkeiten, und es darf uns nicht wundern, dass auch für den Green River-Durchbruch durch das Uintagebirge zwei verschiedene Ansichten ausgesprochen wurden. Powell sprach seine Meinung dahin aus, dass der Flusslauf schon vor der Existenz des Uintagebirges bestanden habe und dass der Fluss in seiner auswaschenden (erodirenden) Arbeit mit dem überaus langsam sich vollziehenden allmäligen Ansteigen des Gebirges Schritt gehalten habe. Es ist dies eine Ansicht, welche von Dr. Tietze unabhängig von Powell ausgesprochen und unter Anderem auch für die untere Donau — wo beiläufig bemerkt die Verhältnisse noch schwieriger zu deuten sind als beim Green River — in Anwendung gebracht wurde. Der Fluss wird in seiner Einwirkung auf das sich hebende Gebirge mit der Arbeit einer Säge verglichen, welche

an derselben Stelle auf- und niedergehend den heranrückenden Block entzweischneidet.

Eine von Powell's Meinung abweichende Darlegung finden wir in King's grossem, oben angeführten Werke (40. Parallel). S. F. Emmons hat darin in seinem Berichte über das Green River-Becken (1877) die Erklärung der Entstehung dieses Durchbruchsthales auf einem ganz anderen Wege zu geben gesucht, indem er von der Annahme ausging, der Green River habe seinen Weg quer durch das Gebirge zu einer Zeit genommen, als dieses noch unter einer jüngeren allgemeinen Decke verborgen lag und die Oberflächenverhältnisse ganz andere waren als heute und die Thalzüge hoch über den heutigen verliefen. Diese jüngere Decke sei im Laufe der Zeit bis auf wenige Spuren abgetragen (denudirt) worden, der Fluss aber habe auf diese Weise allmälig sich eingraben, seine ursprünglich vorgezeichnete Richtung aber im Grossen und Ganzen beibehalten können. Ich kann diese beiden Meinungen bei dieser Gelegenheit nur ganz kurz erwähnen, sie im Detail gegen einander abzuwägen würde viel zu weit über die zur Verfügung stehende Zeit hinausgreifen, und so verführerisch die Frage ist, ebenso schwierig würde es sein, zu einer sicheren Lösung zu gelangen. So viel sei noch erwähnt, dass neben diesen beiden Hypothesen noch eine dritte ältere Vorstellung über die Entstehung der Querthäler (neuerlich durch Dr. Löwl in Prag weiter ausgeführt) besteht, wonach wir uns den Fluss nach rückwärts, d. h.

quellenwärts sich tiefer und tiefer einschneidend vorstellen müssen, eine Vorstellung, die durch viele thatsächliche Vorgänge in allen unseren Flussgebieten unterstützt wird und die eben nur Schwierigkeiten dort begegnet, wo ein mächtigerer Querriegel tief und vollkommen quer durchfurcht vorliegt.

Nach einer neuesten Erörterung in v. Richthofen's Führer für Forschungsreisende (Berlin 1886) werden für die Querthäler des Himalaya alle drei Theorien abgewogen und schliesslich die Möglichkeit einer Verknüpfung aller drei Hypothesen angedeutet.

Die Engthäler und Schluchten des Green River im Uintadurchbruche führen uns nun so recht an die auffallendste, ja geradezu wunderbarste Thalbildung des amerikanischen Continentes und der bekannten Erde überhaupt, in das Gebiet der Colorado-Cañons. Als Cañons (spanisch Röhre) bezeichnen wir heute die engen, von steilgeböschten bis vertical aufstrebenden Uferwänden begrenzten, in mancher Beziehung an die „Klammen“ unserer Alpen erinnernden Thalschluchten in den Plateauländern des nordamerikanischen Westen.

Im Süden und Südwesten der Uinta Mountains und der Wahsatchkette beginnen weit ausgedehnte Hochebenen, von welchen uns in erster Linie die Plateaux am Colorado und in den Territorien Utah und Arizona näher interessiren werden. Westlich schliesst sich aber an die Wahsatch ein wüstes Beckengebiet an,

das bis an die Sierra Nevada reicht, ein weniger hochgelegenes Plateauland, aus welchem sich zahlreiche parallele, meridional verlaufende Faltenzüge von geringer Längenerstreckung erheben: das „Great Basin“ mit den „Basin-Ranges“, den Staat Nevada und einen grossen Theil von Südcalifornien einnehmend.

Ans märchenhafte grenzten die ersten Mittheilungen, welche aus dem fernen Westen der Vereinigten Staaten über die Wunder am Ober- und Mittellaufe des Colorado erzählt wurden. Sie wurden wohl auch wenig geglaubt. Ein spanischer Missionär Escalante war der erste Weisse, der im Jahre 1776 bis an den Colorado vordrang. Später gelangten wohl nur Pelzjäger und Goldgräber dahin. Es waren gemiedene Gebiete und auch die abergläubischen Rothhäute wollten nichts in den dunklen Schlünden zu thun haben. Eine der ersten Schilderungen über die Colorado-Cañons hat Balduin Möllhausen (Berlin 1858) gegeben, der als Mitglied der Lieutenant Ives'schen Expedition auf einem Dampfer bis an den südlichen Ausgang der Cañons gelangte, in welche mit dem Schiffe vorzudringen unmöglich war, weshalb man eine Ueberlandreise zum kleinen Colorado antrat und dabei Einblicke gewann in die grandiosen Thalwege.

„Was,“ so schreibt Möllhausen, „von der schwindelnden Höhe gesehen vor dem bewundernden Auge liegt, das vermögen Worte nicht genügend zu schildern; wie ein Chaos verschwimmen ineinander tiefe Schluchten und abgesondert stehende kasten-

förmige Ueberreste des Hochlandes; über das trockene, ziegelrothe Sandsteinbett in der Tiefe thürmen sich Tausende von Fuss über einander die Formationen verschiedener Epochen, deutlich erkennbar an den grellen Farbencontrasten; senkrecht stehen die Wände, als ob die geringste Erschütterung sie hinabzustürzen vermöchte; man bebt bei solchem Anblicke und tritt unwillkürlich zurück von dem Abgrunde; wohin man auch das Auge wenden mag, überall trifft es auf nacktes todtes Gestein, überall scheinen die Uferränder von entfernteren, tieferen Schluchten aufzutauchen, dem forschenden Reisenden ein gebieterisches Halt zurufend, zugleich aber auch eine schwache Ahnung von der Unendlichkeit erweckend bei dem Gedanken: dass der fallende Tropfen die Schlünde bildete, die ihn von allen Seiten angähnen."

Werfen wir einen Blick auf das bewunderungswürdige Bild, welches W i l l i a m H. H o l m e s vom Point Sublime aus aufgenommen hat, von der Höhe einer bastionenartig aufragenden, auf drei Seiten von Schluchten wie von gigantischen Wallgräben umfassten, aus dem Plateau förmlich herausgeschnitten erscheinenden Felstafelmasse. Das Wirrsal der scharf profilirten und terrassirten Schluchten könnte nicht überzeugender zur Darstellung gebracht werden; wir können uns eine Vorstellung von den überwältigenden Eindrücken machen, welche von den Wenigen empfunden wurden, denen es gegönnt war, dieses Schluchtenlabyrinth zu schauen.

Von hier aus überblickt man den Grand Cañon auf eine Länge von etwa 40 Kilometer. Westwärts sieht man im Hintergrunde noch kuppige vulcanische Berge auf der Höhe des Uinkaretplateaus, desgleichen im Süden die Basalt- und Trachytgebirge von Arizona.

Alles näher gelegene ist Schluchtenterrain: eine Unmasse von Objecten in enormen Dimensionen und majestätischen Formen, und trotz der vielen Uebereinstimmungen in den übereinander auftretenden, die Hänge und Steilwände bildenden Schichtgebilden von einer unglaublichen Mannigfaltigkeit in den Details!

Vor Allem überwältigend wirkt die grandiose Mauer, mit der das Coloradoplateau gegen den Fluss hin abstürzt mit einer Höhe von etwa 1600 Meter, mit unzähligen strebepfeiler-, palissaden- und thurmförmigen Vorsprüngen, welche amphitheatralische Räume zwischen sich fassen. Im ganzen weiten Bilde erblickt man nur an einer einzigen Stelle tief unten den Flussspiegel, und zwar nur auf eine Strecke von etwa 800 Meter: ein trüb braunroth gefärbtes, glanzloses Gewässer. An dieser Stelle treten auch die ältesten Gesteinsbildungen, das tiefste innerste Glied der ganzen so ungeheuer mächtigen Reihe auf. Es sind archäische Gesteine und hier speciell ist es Granit, über den sich dann die paläozoischen (silurischen und carbonen) Sandsteine und Kalke, vor Allem die die Hauptmasse der inneren, unteren Schluchtenwände bildenden grellrothen und braunrothen Gesteine des unteren Steinkohlengebirges

(„Redwall-Gruppe") unconform über den älteren Bildungen lagern [1]). (Man vergleiche Fig. 6.)

Am linken Ufer des Colorado sind das Charakteristische die majestätischen, nach oben sich verjüngenden, zum Theil pyramidenähnlichen, aber steiler ansteigenden, zum Theil mit thurmförmigen Abschlüssen gekrönten Berge, die im östlichen Theile des Grand Cañon zu Dutzenden aufragen. Sie werden von den Amerikanern mit Vorliebe „Tempelberge" genannt. Einer der grossartigsten unter ihnen, am oberen Eingange in den Grand Cañon gelegen, trug den Namen Tempel des Vischnu. Die schönsten dieser Tempelberge liegen übrigens im Westen im Virgenthale, wo sie ihrer geradezu unglaublich grellen, schichtenweise verschiedenen braunrothen, orangen und gelben Färbung wegen berühmt sind.

Noch 1873 finden wir auf den geographischen Karten der südwestlichen Territorien den Verlauf der Thäler vielfach und auf ganz beträchtliche Strecken hin punktirt verzeichnet. Wiederholt hatten zwar, wie gesagt, Forschungsreisende an der einen oder anderen Stelle der Abgrundränder gestanden, der Charakter und Verlauf des Stromweges, die Natur seiner Ufer, der geologische Aufbau seiner unvergleichlichen Felsmauern blieben auf weite Strecken hin ganz und gar unbekannt.

---

[1]) Eine verkleinerte Copie der grossen Cañondarstellung findet sich auch den vom Vortragenden verfassten Begleitworten des Cañonbildes der bei Hölzel (Wien 1886) erschienenen geographischen Charakterbilder beigegeben.

Der Erste, der auf einer Fahrt, die ihresgleichen sucht, den Fluss vom Unterlaufe des Grand River bis an den Rio Virgen im Westen, der Endstation der Coloradodampfer, durchmass, war ein amerikanischer Goldsucher, James White. Mit zwei Genossen (im August 1867) auf der Flucht vor einem Indianerstamme, überliess er sich, nachdem einer der Gefährten im Kampfe gefallen war, auf einem roh zusammengefügten Flosse den Fluthen. Vier Tage lang ging es ohne Unfall zwischen zumeist vertical ansteigenden, immer höher werdenden Ufermauern dahin. An der ersten grösseren Stromschnelle verlor White seinen letzten Genossen und alle seine Vorräthe und nur mit Noth entging er selbst dem wiederholt drohenden Tode. Auf nothdürftig wieder zusammengefügtem Flosse setzte er die schauerliche Fahrt durch alle die unzähligen Windungen, über alle die schäumenden und wirbelnden Cataracte fort, immer an der Hoffnung festhaltend, er müsse endlich doch dem entsetzlichen Gefängnisse entrinnen, dessen glatte Felsmauern (er schätzte ihre Höhe freilich zu niedrig im Mittel auf etwa 1000 Meter) ein Entrinnen nach rechts oder links vollkommen ausschlossen. White schildert ihr Zurücktreten auf halber Höhe, ihren zackig vielförmigen Rand ganz richtig und führte auch an, dass 10—12 Meter über dem Spiegel des damaligen niedrigen Wasserstandes Hochwasserspuren zu verfolgen seien. Deutlich bemerkte er auch das Auftreten der dunklen Basalte im unteren Laufstücke. Vierzehn Tage nach Beginn der Fahrt

erreichte er endlich, an Geist und Körper zerrüttet, Calleville, wo er sich jedoch, dank seiner unverwüstlichen Natur, verhältnissmässig rasch wieder erholte.

Damit war der Beweis erbracht, dass eine Fahrt durch die Schluchten bei günstigem Wasserstande auch von wissenschaftlich arbeitenden, unternehmenden Männern ausgeführt werden könnte, und schon im Jahre 1869 schiffte sich der jetzige verdienstvolle Director der geologischen Landesanstalt, J. W. Powell, auf vier Booten auf dem Green River (bei Green River City) ein, um in vier Monaten, unermüdlich arbeitend, die ganze grosse Cañonreihe zu durchfahren.[1]) Am grossartigsten ist der Charakter der Schluchten in dem schon erwähnten Grand Cañon, der eine Gesammtlänge von 370 Kilometern (fast so weit wie auf der Donau von Passau bis Pressburg) besitzt und eine Tiefe bis zu 1500, ja an seiner tiefsten Stelle selbst über 1800 Meter erreicht. (Man vergleiche das Titelbild.)

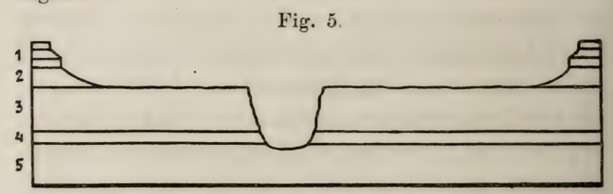
Der ganze geologische Bau des Terrains ist im Grossen überaus einfach. Der Hauptstrom hat sich hier in ein System zum grossen Theil fast genau horizontaler Schichten eingegraben, und zwar in zwei überaus scharf markirten Absätzen. Oben nehmen wir

---

[1]) Der erste epochemachende Bericht Powell's über seine Reisen im Cañongebiete in den Jahren 1869—1872 erschien Washington 1875. Neuere grosse Publicationen über dieses Gebiet erschienen von Clarence E. Dutton im Jahre 1882. Diesen Werken sind die zur Ansicht gebrachten bildlichen Darstellungen entnommen worden.

eine sehr weite Furche mit fast ebener Grundfläche wahr (Fig. 5). Fast genau mitten in dieser breiten Thalfläche ist dann erst eine viel engere und weit tiefere Schlucht, der eigentliche Cañon eingeschnitten, ein Thal unter dem Thale wäre man geneigt zu sagen.

Fig. 5.



Querschnitt durch den Grand Cañon.
(In natürlichen Verhältnissen.)

1. Ober- } Aubrey 3. Redwall.
2. Unter- } = Ob.-Carbon. 4. Basis des Carbon.
5. Silur und Archäisch.
(Nach Powell.)

Die obere breite Thalfläche hat eine Weite von circa 8 Kilometern und ist von Steilgehängen mit etwa 600 Meter Höhe begrenzt, die untere enge Furche hat dagegen eine Tiefe bis über 900 Meter, mit terrassirten, zu oberst etwa 1000—1200 Meter von einander abstehenden Rändern. Unser Bild (Fig. 6, nach einer Heliotypie in Dutton's Cañonwerk) versetzt uns an den oberen Rand des inneren Schlundes am Ostfuss des Toroweap. Wir stehen 900 Meter hoch über dem Flussniveau. Im äussersten Hintergrunde erkennen wir noch die viel durchfurchten Abhänge des vom Colorado und seinen wenigen Zuflüssen am rechten Ufer durch-

Fig. 6.



Blick in den inneren Schlund des Grand Cañon.

Nach einer Heliotypie.



furchten Plateaulandes (das Kaibabplateau). Auch das Kanabplateau können wir recht wohl verfolgen.

Ständen wir am oberen Plateaurande, so würden wir vom Flussspiegel nichts sehen können, ja würden wir nur etwas von diesem Rande zurücktreten, so sähen wir wohl die Einschnitte im oberen Thalboden als Unterbrechungen des Zusammenhanges der Thalebene, von der Existenz der grandiosen Abgründe, mehr als sechs Stefansthurmhöhen gleichkommend, hätten wir eben nur eine Spur vor uns. Wir könnten denken, es sei nur ein unbedeutender Thalriss. In den bildlichen Darstellungen — und die Amerikaner sind gross in dieser Art der Darstellung — können wir dies vielfach sehen. Wieder anders ist das Bild von Vulkan's Thron aus nach Osten blickend. (Man vergleiche das Cañonbild in der erwähnten bei Hölzel erschienenen Serie geographischer Charakterbilder, Wien 1886.) Von hier aus — wir stehen auf der Spitze eines Kegels aus vulcanischem Gestein — sehen wir beide Thalfurchen und in der Tiefe der inneren den Spiegel des Colorado.

Zu den auffallendsten Charakterzügen der Cañonschluchten gehört die schon betonte scharfe Profilirung, die scharfen Ränder und Wandkanten. Die Wände der oberen Thalweitung bestehen zu oberst aus Kalken, unter welchen in sanfterer Böschung dünngeschichtete, intensiv rothe Sandsteine folgen, die freilich zum weitaus grösseren Theile unter einer Unmasse von Schutt verborgen liegen. Die betreffenden Gesteine sind dem

geologischen Alter nach Aequivalente der oberen Steinkohlenformation.

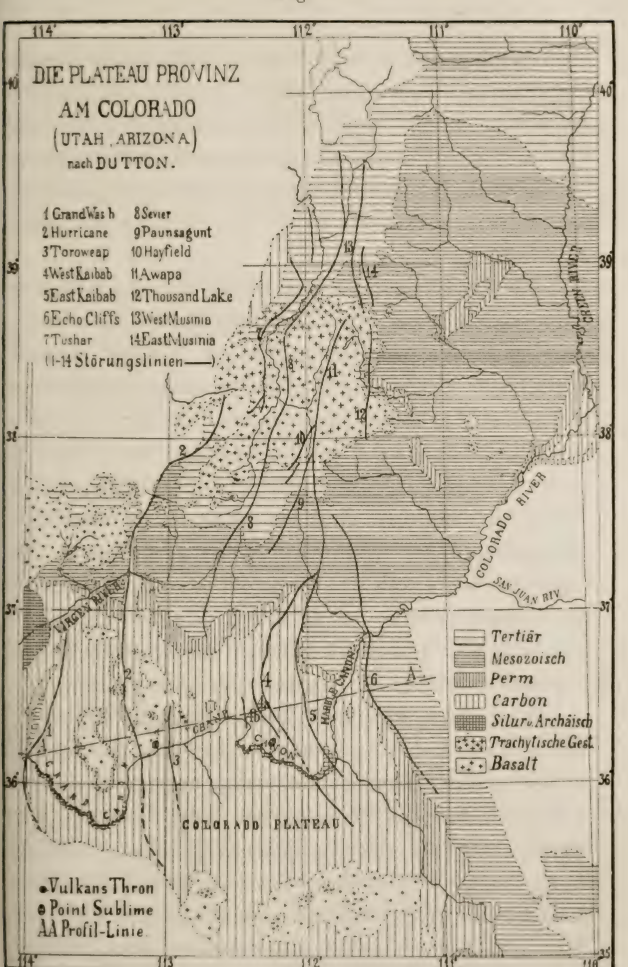
Diese Carbongesteine nehmen im südlichen Theile der Plateauregion einen weiten Raum ein und nur stellenweise treten etwas jüngere („Perm“) Gesteine als Ueberlagerung auf, lappenartige Ueberreste einer früher allgemeinen Decke. (Man vergleiche Fig. 7.)

Im Norden folgen über dem Carbon das Perm in weiter Verbreitung und ebenfalls in allgemein horizontaler Auflagerung Trias, Jura und Kreide. Alle Ablagerungen bis zur Kreide sind echt marinen Ursprunges, Absätze in Meeren der aufeinanderfolgenden geologischen Zeiträume entstanden. Die Kreide dagegen entstand in einem ausgesüssten Binnenmeere, dessen Absätze bis zu 600 Meter Mächtigkeit erreichen und werden zum Theil auch als Uebergangsgebilde zwischen Kreide und Alttertiär betrachtet („Laramieformation“).

Die jüngsten Sedimente der Plateauprovinz sind alttertiären Alters und entstanden in ausgedehnten Süsswasserseen. Das Meer ist seit Schluss der Juraformation im Rückzuge begriffen und seither nicht wieder in diese Centralregionen Nordamerikas vorgedrungen.

In der jüngeren Tertiärzeit haben im Gebiete der Plateaus ganz grossartige Durchbrüche geschmolzener Gesteinsmassen stattgefunden, Eruptionen von gewaltiger Massenhaftigkeit. Die betreffenden Gesteine sind im südlichen Theile vorherrschend Basalte, während im Norden dagegen Gesteine trachytischer Natur ver-

Fig. 7.



Störungslinien der Hochplateaus von Utah und Arizona.
(Nach Dutton.)

breiteter sind und grosse Räume einnehmen. Die Basalte des Südens bilden ausgedehnte Decken und Ströme. Decken bis zu 4000—5000 Quadratkilometer Flächenausdehnung und darüber finden wir am Coloradoplateau. Trachytische, steilgeböschte Berge ragen aus denselben empor, wie wir schon vom Point Sublime aus sehen konnten.

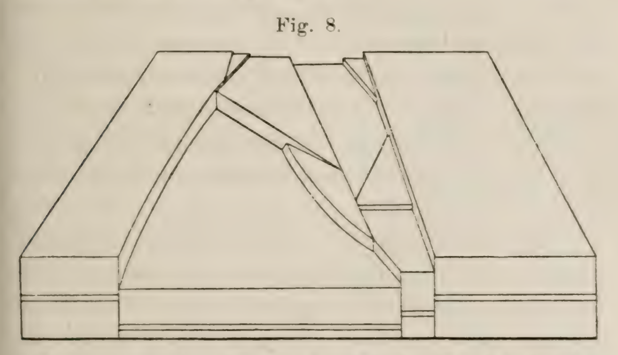
Zu den schönsten vulcanischen Bildungen unseres Gebietes gehören wohl die Basaltströme, welche wir, von dem erwähnten Aussichtspunkte auf „Vulkan's Thron“ nach Norden in das Toroweapthal schauend, in mehreren gewaltigen Ergüssen hintereinander erkennen können.

Wir sehen sie über die Gehänge des Uinkaretplateau in das weite Thal hinabziehen, nachdem sie sich, den auf den Plateauhöhen gelegenen Ausbruchsstellen entquellend, über die Plateauflächen ausgebreitet. Sie ergossen sich durch die Hangrisse so, wie sich heute die Vesuvlaven etwa aus der Fossa Vetrana heraus- und hinabwälzen. Die Ströme liegen vor unseren Augen, als wären sie ganz vor Kurzem hervorgequollen.

Betrachten wir uns die Thalgehänge des Toroweapthales etwas näher, so erkennen wir, dass das Thal in seiner heutigen Form schon damals vorlag, als die vulcanischen Eruptionen erfolgten, wir erkennen aber weiters, dass dieselben Schichtengebilde am östlichen Thalgehänge eine viel höhere Lage annehmen als am westlichen, woraus wir auf eine gewaltige Störung in der Richtung des Thales, also von Nord nach Süd verlaufend, schliessen müssen: der eine Theil hat sich von

dem anderen getrennt und ist in verticaler Richtung verschoben worden, entweder im Osten emporgestiegen oder, was vielleicht leichter verständlich wäre, im Westen hinabgesunken. Die amerikanischen Geologen nennen solche Störungen „Faults“.

Fig. 8.



Stereogramm eines Theiles der „Musina Zone“ in Utah nach Gilbert und Powell.
(Störungsgebiet zwischen den Störungslinien 13 und 14 auf Fig. 7.)

Solche Störungslinien konnten in der Plateauregion in sehr grosser Anzahl und zum Theil in ungeheurer Längenerstreckung — bis zu 300 Kilometer Länge und darüber — nachgewiesen werden, sie bilden ein im Allgemeinen von Nord nach Süd verlaufendes System von Brüchen, Verschiebungen (Verwerfungen) und einseitigen Schichtenbiegungen und Zerrungen der Schichten, was die Amerikaner wieder als monoclinale Flexuren oder kurzweg als „Flexuren“ bezeichnen. — (Man vergleiche die vorstehende Abbildung Fig. 7, Voll-

bild, welche auch die eigenartigen Gabelungen, nach alter Bergmannsbezeichnung Schaarungen der Störungslinien, ja das ruthenartige Auseinanderstrahlen, die „Virgation“ derselben erkennen lassen.)

Die ganze ungeheure Tafel erscheint sonach in einzelne Schollen zerstückt, zertrümmert, welche in mannigfacher Weise gegeneinander verschoben sind, wie dies die dem nördlicheren Theile unseres Gebietes entnommene Fig. 8 zur Darstellung bringt.

Die grösste Störung folgt dem grossen Bruche, der im Westen den Grand Cañon durchzieht und als Grand Wash bezeichnet wird.

Die grosse Depression der Beckenregion („Great Basin“) im Westen, im Maximum selbst über 1800 Meter betragend, ist eine Folge der in ungleichem Masse erfolgten Niveauveränderungen in den Tafelmassen, in Folge welcher die Triasgesteine des Westens noch tief unter die im Osten angrenzenden Carbongesteine des Sheavwitplateaus zu liegen kommen. (Man vergleiche das Profil Fig. 9 [nach *AA* in Fig. 7] mit einer kleinen Veränderung auf Grund der neueren Darstellungen, aus Powell's Werk vom Jahre 1875.)

An der Hurricane-Störung lässt sich deutlich das stufenförmige Abbrechen der hier ziemlich stark geneigten Schichten verfolgen.

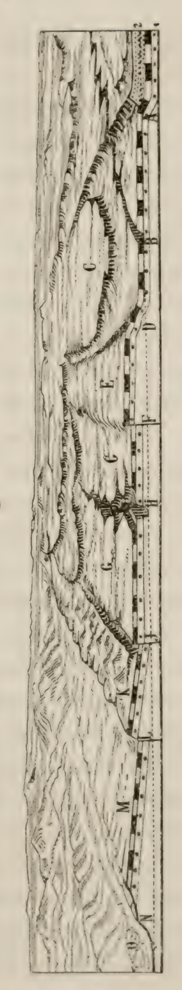
Die Vegetationslosigkeit des Landes begünstigt in hohem Grade das Studium dieser Verhältnisse.

Die Plateauregion senkt sich im Allgemeinen von Nord nach Süd, die Schichten aber lassen ein

leicht gegen Nord gerichtetes Einfallen beobachten.

Nach Dutton hätten wir anzunehmen, dass die im Norden erhalten gebliebenen jüngeren Formationen von der Trias bis zum Eocän einst gleichmässig auch über die südliche Plateauprovinz ausgebreitet gewesen seien, eine Fläche von etwa 50.000 Quadratkilometer als 1800, ja stellenweise bis 3600 Meter mächtige Hülle bedeckend. Diese ganzen Massen müssten seit dem Eocän abgetragen worden sein. Wo Decken von Basalt vorliegen, blieben die zur Zeit der Basaltergüsse vorhanden gewesenen Schichtensysteme darunter erhalten. Diesbezüglich kann angeführt werden, dass ausser den Carbonschichten nur

Fig. 9.



Querschnitt durch die Plateaus am Colorado. (Nach Powell.)

1 Meeresniveau. *2* Gefälle des Colorado. *A* Paria Fold und Echo Cliff's. *B* Marble Cañon. *C* Paria-Plateau. *D* Ost-Kaibab Fold. *E* Kaibab-Plateau. *F* West-Kaibab Fault. *G* Kanab-Plateau. *H* Kanab Cañon. *J* Toroweap Fault. *K* Uinkaret Mountains. *L* Hurricane Fault. *M* Shivwits-Plateau. *N* Grand Wash Fault. *O* Grand Wash.

noch Permgesteine unter diesen Ergüssen erhalten blieben.

Die allgemeine Abdachung des Landes müssen wir als ein Ergebniss der durch Störungen zum Vollzug gelangten Niveauveränderungen, und des auf die dadurch geschaffene Massenvertheilung einwirkenden allgemeinen Massenabtrages durch Denudation betrachten, wie wir dies ähnlich so ganz allgemein für alle Festländer annehmen müssen. Die Detailmodellirungen werden durch die regional und local verschiedengradigen Wirkungen zu erklären sein, wie sie z. B. aus den meteorologischen, petrographischen und tektonischen Verhältnissen resultiren. Das heisst, um die gewählten Beispiele zu erörtern, dort, wo die atmosphärischen Einwirkungen, etwa die Niederschlagsmengen oder die Frostwirkungen, intensivere sind, wird auch der allgemeine Abtrag um so grösser sein, ebenso dort, wo leichter zerstörbare Gesteinsarten vorliegen oder die Lagerungsverhältnisse dem Abtrag günstiger sind. Dieser allgemeine Abtrag wird in Regionen mit grösserer Gleichmässigkeit der Kräftewirkung ein gleichmässigerer sein als dort, wo durch localisirte Verstärkung der Einwirkungen auch ein localisirtes Vorauseilen der resultirenden Erscheinungen bedingt werden wird. Dies werden wir im Auge behalten müssen, wenn wir die Erscheinungen, wie sie uns in den Schluchtenzügen vor Augen treten, zu schildern versuchen wollen.

Vorerst haben wir diesbezüglich vorauszuschicken, dass über die Erklärung der Verschiedenheiten in den

Höhenlagen der einzelnen Schollen und ihrer altersgleichen Bestandmassen eine Einhelligkeit nicht besteht. Dutton ist der Meinung, es sei dies durch regional und local verschiedengradiges Emporgehobenwerden der betreffenden Schollen und Schollenzonen bedingt, er meint, dass im westlichen Beckengebiete der Betrag dieses Vorganges mit 1500—1800 Meter, in der Plateauregion aber mit nicht weniger als 3000—3600 Meter veranschlagt werden müsse.

Leichter fassbar freilich erscheint, wie erwähnt, die Annahme, dass diese Verschiedenheiten in den Höhenlagen durch verschiedengradiges Absinken längs der Störungslinien bedingt worden sei, wie dies z. B. von Suess ausgesprochen wurde, der in seinem Lehrgebäude zur Annahme des allgemeinen Zusammenbruches des Erdballes geführt wurde.

Feststehend ist für uns daher nur die Thatsache der verschiedenen Höhenlage, während über die Erklärung der Thatsache noch discutirt werden kann. Es muss dabei, um Missverständnissen vorzubeugen, betont werden, dass die grossen Cañons nicht etwa den Störungslinien folgen, sondern im Gegentheile davon oft ganz unbeeinflusst, sie vielfach quer durchsetzend, verlaufen, indem sie in die Tafelmassen eingegraben sind.

Eine weitere Thatsache, die hervorgehoben zu werden verdient, ist das grosse Gefälle des Colorado überhaupt, das aber in den Cañons ganz allgemein Kataraktcharakter annimmt und auf diesen zum Theile sehr beträchtlichen Strecken — der Lodore Cañon ist 32,

der Marble Cañon (Fig. 10) 104, der Gleen Cañon 240, der Grand Cañon aber, wie gesagt, etwa 370 Kilometer lang — für den besonders in der Hochwasserperiode gewaltigen Strom ansehnliche Werthe erreicht. Es übertrifft das Gefälle, wie es beispielsweise in den Kasanschluchten an der unteren Donau, einem typischen Cañongebiete Europas (zwischen Alibeg und Orsova auf einer 88 Kilometer langen Strecke) herrscht (1 : 4615), um das Zwei- (Gleen und Marble Cañon im Mittel 1 : 2610) bis mehr als Sechsfache (Grand Cañon im Mittel 1 : 718) und ist theilweise (auf weite Strecken wurden Gefällsverhältnisse von 1 : 263, ja selbst 1 : 135 beobachtet) nur mit den Gefällsverhältnissen, wie sie etwa am oberen Inn (im Mittel 1 : 306) oder an der oberen Drau (1 : 212) herrschen, zu vergleichen. Dazu kommt noch, dass die Quellflüsse des Colorado in ganz bedeutenden Höhen auf den Gehängen gewaltiger Hochgebirge liegen, von wo immerhin, trotz der continentalen Lage, ansehnliche Wassermassen mit grossem Gefälle rasch in die überaus regenarme Plateauregion geführt werden. Die obere Grenze der regenlosen oder doch überaus regenarmen Gebiete liegt in etwa 2100 Meter Meereshöhe, es sind daher nur dort Zuflüsse des durch die Plateaulandschaft sich windenden Colorado möglich, wo grössere Höhen auftreten. Dadurch erklärt sich der Mangel an Zuflüssen im Plateaulande. Das Fehlen oder die Seltenheit der Niederschläge im Plateaulande erklärt aber auch die erwähnte scharfe Profilirung der Gehänge der Thalabgründe.

Fig. 10.



Im Marble Cañon. (Nach Powell.)
(760 Meter = 2500 Fuss.)



Das rasch fliessende, durch längere Zeit geradezu gewaltige Wasser des Stromes besitzt eine grosse Transportfähigkeit und wird das Schuttmaterial, stetig scheuernd, über den Grund des Bettes hinführen und so sich immer tiefer in das Gebirge einnagen. Da der Abtrag von den Wänden und Gehängen, wie er in regenreichen Ländern unablässig erfolgt, in unserem Gebiete so überaus geringfügig ist, so erklärt sich auch die Bildung der auf weite Strecken verticalen, ja selbst überhängenden Wände der Cañons (man vergleiche Fig. 10) zum Theil schon daraus.

Vier Factoren beeinflussen sonach das Walten der erodirenden Gewässer des Colorado (nach G. K. Gilbert): 1. die grosse Meereshöhe der Quellen, wodurch Condensation und somit Niederschläge ermöglicht werden, 2. die eigenartigen klimatischen Verhältnisse überhaupt, 3. die Horizontalität der Schichten und 4. die Gleichartigkeit der massigen Bänke in ihrer horizontalen Erstreckung und die petrographische Verschiedenheit der übereinanderliegenden Schichten. So viel kann wohl als sicher angenommen werden, dass die klimatischen Verhältnisse für sich allein nicht ausreichen würden, um die Erscheinungen zu erklären, und dass die petrographischen und tektonischen Verhältnisse von zweifellos bedeutender Wichtigkeit für die resultirenden Erscheinungen sein werden. (In lockerem Sand werden z. B. stets sanft geböschte, im Lössgebiete steilwandige Ufer resultiren.) Die Standfestigkeit des Gesteines und die Art der Ablösung bei Unterwaschungen

werden von grossem Einflusse sein. Die klimatischen Verhältnisse, so wichtig sie auch sind, sind also nicht allein massgebend. (Wir kennen ja echte Cañons auch in Gebieten mit reichlichen Niederschlägen.)

Die Arbeit des Colorado in der Plateauregion dürfte seit Beginn der Tertiärperiode andauern, also durch Zeiträume, für deren Bestimmung unser gewöhnliches Zeitmass nicht ausreicht, so dass wir keine zahlenmässigen Zeitangaben machen können. Eine diesbezügliche geologische Zeiteinheit ist noch nicht gefunden. Der Colorado dürfte während der Eocänzeit der Abfluss eines grossen Binnensees gewesen sein.

Oben wurden die Cañons der Kasan- (Kessel) Engen an der unteren Donau zum Vergleiche herangezogen. Manche Aehnlichkeiten, besonders was die Horizontalität der durchfurchten Gebirgsglieder anbelangt, bieten aber auch die Thalzüge beim Durchbruch der Elbe durch das Elbesandsteingebirge in Böhmen und Sachsen dar. Freilich sind dies Vergleiche zwischen Riesig und Klein in Bezug auf die Grössenverhältnisse der in Vergleich gebrachten Objecte, da die Wände in der sächsischen Schweiz oder in den Weckelsdorfer Felsenmauern 100 Meter Höhe selten übertreffen, also abgesehen von der räumlichen Beschränktheit nur $^1/_{10}$ der Höhendimensionen erreichen.

Eine der auffallendsten Erscheinungen am Grand Cañon ist noch mit einigen Sätzen zu besprechen: Das Thal unter dem Thale, die obere weite Thalform gegenüber der inneren Thalschlucht. Man könnte

dabei an den Gegensatz zwischen dem weiten Hoch- und dem engeren Niederwasserbett unserer Ströme denken, etwa das weite Inundationsbett in unserer regulirten Donau und deren gewöhnliches, für lange Zeit im Jahre leider noch immer zu weites Niederwasserbett, in dem es dann in Schlangenwindungen hinzieht, wie die unangenehmen Sandbänke beweisen.

In der That wird es eine Zeit gegeben haben, in welcher dieses Verhältniss auch für den Colorado bestanden haben mag. Er floss im weiten oberen Thale zur Hochwasserzeit als gewaltiger Strom, um bei Niederwasser in einer engeren gewundenen Rinne zu verlaufen, bis eine Zeit kam, in der ein Anschwellen über das allmälig tiefer gewordene Innenbett nicht mehr erfolgte und die immer tiefer gehende Ausnagung an der Sohle den Strom in die Tiefe führte, in der sich heute der Wechsel zwischen Hoch- und Niederwasserständen abspielt.

Diese Darlegung führt uns aber zur Annahme von Zeiträumen in der Vergangenheit mit weit grösserem Wasserreichthum der Ströme, eine Annahme, zu welcher uns auch viele Erscheinungen in unseren europäischen Thalwegen führen. Für die volle Berechtigung dieser Annahme sprechen in Nordamerika eine ganze Reihe von nun schon wohlstudirten Thatsachen, deren zum Schlusse noch gedacht werden mag.

Ich darf diesbezüglich wohl auch die von Clarence King in seinem grossen Hauptwerke (40. Parallel) gegebenen Resultate herbeiziehen. Ich habe schon

erwähnt, dass der Colorado am Beginn der Tertiärzeit aus einem grossen Süsswasser-Binnensee, der sich zwischen Wahsatch und Felsengebirge ausdehnte, abfloss, einem See, aus dem das Uintagebirge als eine Insel, das Wahsatchgebirge und die daran gereihten Hochplateaux aber als eine grosse Halbinsel aufragten. Bei 3000 Meter mächtig sind die reich gegliederten Ablagerungen dieses Sees der Eocänzeit. Heute ist das Gebiet dieses Green River-Beckens von weiten Wüsteneien eingenommen: den „Bad lands“. Die Erosion vergangener Zeiten hat in den weichen, leicht zerstörbaren, weiss, bläulich, bräunlich und grau gefärbten Sandsteinen und Thonen auf das Wunderlichste und Bewunderungswürdigste gearbeitet. Die einst weithin ebene Fläche ist dadurch in zahllose grössere und kleinere tafelförmige Massen mit 50—100 Meter und darüber hohen Steilwänden zerlegt worden, welche einen über alle Massen eigenthümlichen Anblick gewähren, umsomehr, als jetzt die meisten der tiefen Rinnen zwischen den Tafelmassen — den Wadis der nordafrikanischen Wüsten vergleichbar — fast immerwährend trocken liegen und nur von der Erosion des Windes weiter modellirt werden. Man glaubt an manchen Stellen vor Ruinenstätten zu stehen: Thürme, Säulen, zinnentragende Burgen, crenelirte Festungsmauern und Wälle glaubt der Beschauer vor sich zu sehen, in einer überaus mannigfachen Abwechslung. (Nur nebenbei sei erinnernd erwähnt, dass man in diesen und den späteren Seeablagerungen Unmassen für die einzelnen Phasen der

geologischen Geschichte bezeichnender Säugethierreste aufgefunden hat, die ich vor dieser verehrten Versammlung vor längerer Zeit zu besprechen Gelegenheit hatte.) Diese Ablagerungen sind auf den Westen beschränkt und nehmen die verschiedenen Glieder verschieden grosse Räume ein, zur Zeit ihrer grössten Ausdehnung dürften sie bis an den 116° westlicher Länge, also weit in das Gebiet der Beckenregion (Great Basin) hineingereicht haben (Utehsee nach King). Darauf folgt Entwässerung. Im Westen aber erfüllten miocäne Seebecken die grossen nördlichen Ebenen und erstreckten sich auch am Ostfusse des Cascadengebirges und der Sierra Nevada hin, durch Nevada und Ostcalifornien. In dieser Zeit erfolgten die grossartigsten vulcanischen Ausbrüche im Westen.

Aber auch aus noch neuerer Zeit stammen Spuren ausgedehnter Seebecken. So die grossen pliocänen Seebecken: der Shoshonsee im Westen, der Nord-Parksee im Felsengebirge und der Cheyennesee östlich vom Felsengebirge.

Der östliche See wurde zuerst drainirt, im westlichen Becken aber entstanden zwei neue tiefe Depressionen und in diesen fanden während der nun folgenden Periode der grossen Vergletscherungen der nördlichen Hemisphäre (Glacialperiode) zwei grosse Seen ihre Aufnahme. Gerade mit diesen Gletscher-Phänomenen wollen wir uns zum Schluss noch etwas beschäftigen. Gletscher fehlen den heutigen Hochgebirgen der vereinigten Staaten durchaus nicht. In

der Sierra Nevada (zwischen $36^1/_2$ und 38^0 nördlicher Breite) wurden sie schon 1872 von John Muir beschrieben und 1883 von J. C. Russel und G. K. Gilbert wieder besucht. Der Erstere hat im letzten Jahresberichte der geologischen Landesanstalt (V. Annual Report 1883—1884, Washington 1885) ausführliche Beschreibungen und vorzügliche Abbildungen nach photographischen Aufnahmen gegeben. Freilich erreichen die beiden Gletscher der Sierra Nevada höchstens $1^1/_2$ Kilometer Länge und bleiben somit recht weit hinter unseren Alpengletschern zurück (der Aletschgletscher ist 16·5 Kilometer, die Pasterze 9·4 Kilometer lang), sie zeigen aber nichtsdestoweniger alle charakteristischen Merkmale der Alpengletscher (Spalten, Moränen, Gletschertische etc.). Im Jahre 1878 wurde auch in der Windriverkette, also im Quellgebiete des Green River, ein kleiner Gletscher aufgefunden.

Ganz ähnlich so wie in Europa gab es nun aber auch für Amerika eine Zeit grossartigerer Ausdehnung des Gletscherphänomens. Sowohl in der Sierra Nevada als auch in den Uinta Mountains, im Wahsatch, in der Windriverkette u. s. w. gab es gewaltige Gletscher; in der Uintakette wurden beispielsweise Spuren von bis zu 60 Kilometer und darüber langen Gletschern in ihren Moränen nachgewiesen, sie müssen bis gegen 800 Meter Meereshöhe hinabgereicht haben.

Es war dies zu derselben Zeit, in welcher die Inlandeismassen und Gletscherströme den ganzen nörd-

lichen Theil von Amerika einnahmen und dieses bis über das Gebiet der grossen Seen und am atlantischen Ocean bis in die Breite von New-York vergletschert war, analog wie das nördliche und östliche Europa zur selben Zeit. Nach Th. C. Chamberlin (III. Annual Report, Washington 1883, p. 291—402) liegen die fünf grossen Seen ganz ähnlich so im Moränengebiete wie etwa der Bodensee oder der Chiemsee auf der bairischen Hochebene. Der Michigansee vor Allem erscheint im Süden von einer sehr vollkommenen Stirnmoräne auf das Schönste umrahmt. Vielfach war es möglich an Scheuerstreifen, wie sie von den durch das Eis an die Felsunterlage angepressten und darüber hingeführten Gesteinsfragmenten erzeugt werden, die Richtungen der Bewegung, (ein langsames Strömen) der verschiedenen Gletscherzungen zu verfolgen.

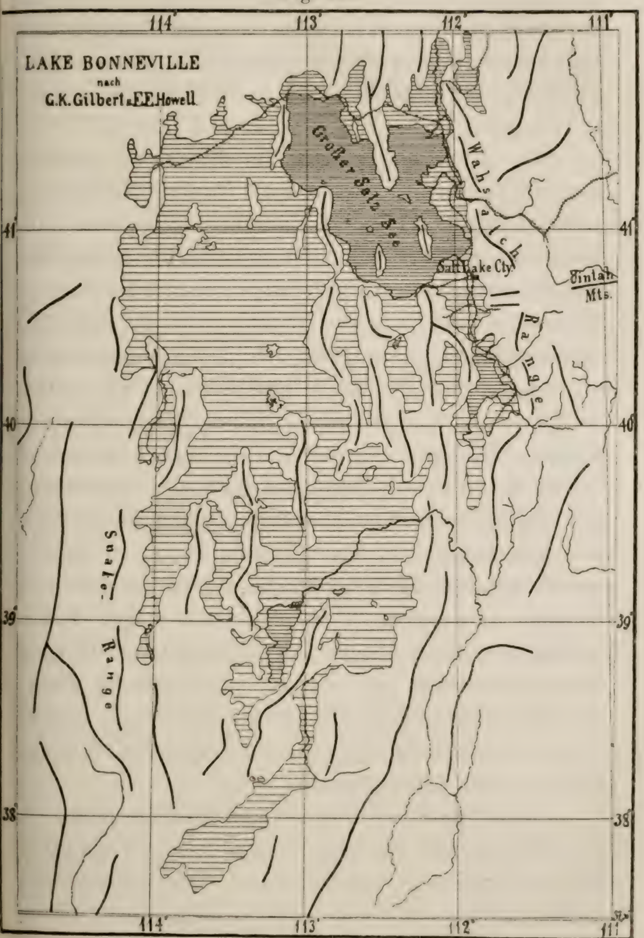
Schon diese Thatsachen allein lehren uns, dass damals ganz andere klimatische Verhältnisse herrschend waren als heute. Es muss aber auch so sein, denn selbst in den heute vollkommen trockenen, regenlosen Regionen von Nevada, Arizona und Californien findet man 300—600 Meter tiefe Cañons, ohne einen Tropfen Wasser in ihren Tiefen. Vielfach trifft man aber Gletscherschutt, so dass King geneigt ist, sich viele der Cañons unter Mitwirkung von Gletschern entstanden zu denken (und zwar vor Allem die mit U-förmigem Querschnitt).

Zwei grosse Seebecken lagen damals im „Great Basin“: ein östliches im Territorium Utah, für welches

Gilbert den Namen „Lake Bonneville" vorgeschlagen hat (Fig. 11), und ein westliches in Nevada, das King „Lake Lahontan" genannt hat. Der erstere besass eine Breite (von West nach Ost) von über 200 und eine Länge (von Nord nach Süd) von über 500 Kilometer und sind als seine letzten Ueberreste der Grosse Salzsee im Norden und der Sevier See im Süden zu betrachten.

Spuren von ganz bedeutenden Wasserständen wurden vielfach angetroffen, die höchsten liegen etwa 330 Meter über dem heutigen Wasserstande des Salzsees; ein zweites auffallenderes System von Terrassen und Uferlinien liegt etwa 200 Meter hoch, dazwischen liegen einige andere. Zur Zeit, als die höchsten Wasserstände bestanden, muss der See nach Norden, zum Columbia hin, einen Abfluss gehabt haben. Die Seefläche war übrigens durch Inseln und weit hineinragende Halbinseln vielfach gegliedert. Die Absätze an den Rändern sind grobkörnige Strandbildungen, während in der Mitte des Beckens zarte Sedimente (ein gelber Thonschlamm) zur Ablagerung gekommen sind. Der Lahontansee besass eine eigenthümlich reich gegliederte Form und bestand eigentlich aus einer Reihe ringförmig mit einander verbundener schmaler Becken, deren Ueberreste in der Form von sechs kleinen Seebecken (z. B. Carson-, Humboldt-, Pyramidsee) erhalten sind, und lässt gleichfalls zwei Phasen in den Hochwasserständen erkennen. Die alten Seeböden sind heute förmliche Salzwüsten. Seine Oberfläche mag etwa

Fig. 11.



Der See Bonneville. (Nach Gilbert.)

22.000 Quadratkilometer betragen haben. (Fast so gross wie der Eriesee.) Sein gesammtes Zuflussgebiet aber wird mit mehr als 100.000 Quadratkilometer anzunehmen sein. (III. Annual Report, Washington 1883, p. 193—235.)

Aus den Ablagerungen im Bonneville-Seebecken hat Gilbert (II. Annual Report, Washington 1882, p. 167—200) auf fünf aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien geschlossen: zuerst (1.) herrschte eine lange Periode hindurch überaus trockenes Klima, der Wasserstand der Seen war ein sehr niedriger, mächtige Gehängeschutthalden bildeten sich und liegen nun unter den lacustrinen (Seebecken-) Ablagerungen. Darauf folgte (2.) eine gleichfalls lange währende Periode feuchten Klimas, während welcher der Wasserstand nur 30 Meter unterhalb der tiefsten Stelle der Beckenrandung blieb. Gelber Thon kam in mächtigen Massen zur Ablagerung. In der nächsten Periode (3.) trat wieder extreme Trockenheit ein, so dass der See vollkommen verdunstete und Salzkrusten seinen Boden bedeckten, sodann hob sich auf kürzere Dauer (4.) der Seespiegel wieder, und zwar zu seiner höchsten Höhe, die ihm vorübergehend den Abfluss finden liess, worauf dann wieder eine Periode grösserer Trockenheit (5.) eintrat, die noch heute andauert.

Nicht uninteressant ist übrigens die Wahrnehmung, dass der Spiegel der Seen in den letzten Decennien Hebungstendenz erkennen liess. Der Spiegel des grossen Salzsees soll seit 1849 um mehr als 3·3 Meter

gestiegen, seine Fläche sich um etwa 1700 Quadratkilometer vergrössert haben. King verzeichnet auch eine erhebliche Flächenzunahme der beiden durch einen und denselben Fluss (Bifurcation) gespeisten Zwillingseen: Pyramid- und Winnemucasee in den Jahren 1867—1871.

· Nach Gilbert hätten wir anzunehmen, dass die Perioden mit feuchtem Klima und grosser Seenbedeckung mit den Zunahmen der Vergletscherung (erste und zweite Glacialperiode) in Nordamerika zusammenfielen. Auf die Erörterung der Meinungen über die Ursachen dieser Aenderungen der Klimate einzugehen ist hier nicht an der Zeit. So viel aber ersehen wir aus den angeführten Thatsachen, dass wir in Nordamerika vor dieselben grossen Fragen gestellt sind, die in Europa die Männer der Wissenschaft auf das Regste beschäftigen. Thatsächlich haben wir in dem Wechsel der Klimate die Mittel zur Erklärung der letzten Frage gefunden, die wir uns bei Betrachtung der Erscheinungsformen der Cañons stellen mussten: wieso es kam, dass der gewaltige Colorado in die engen tiefen Schlünde gebannt wurde.



Die Aktinomykose,

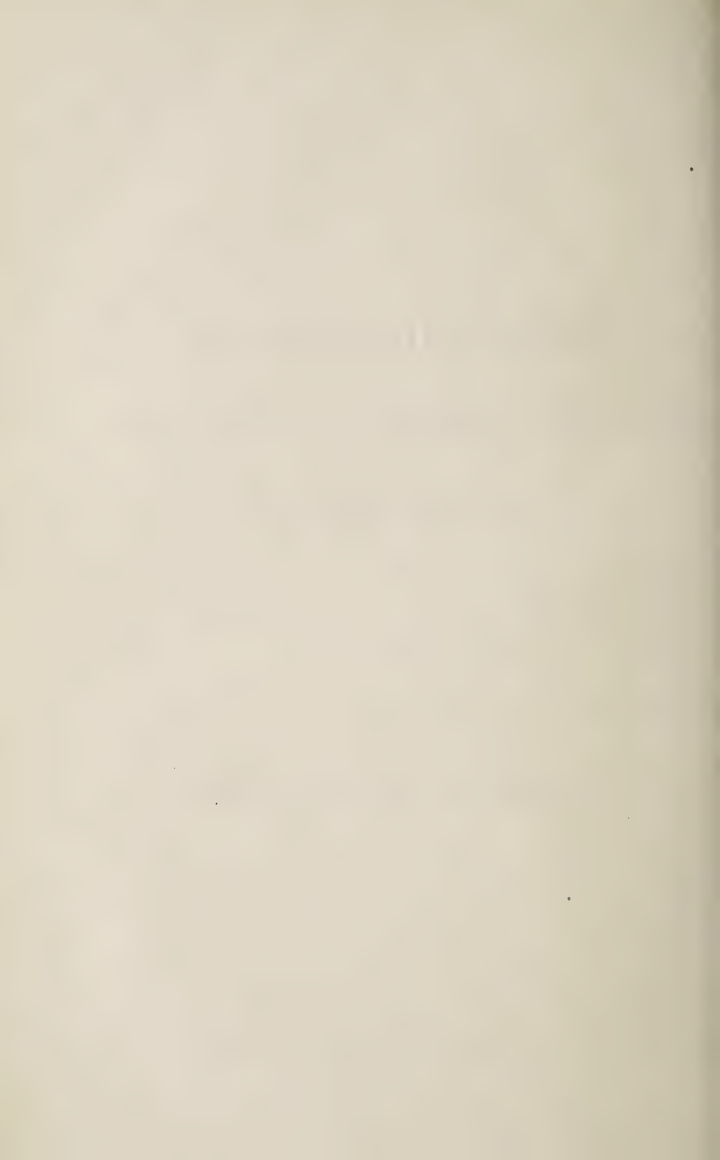
eine neue Krankheit des Menschen.

Mit einigen Erwägungen

von

Dr. EDUARD ALBERT,
k. k. Universitäts-Professor.

Vortrag, gehalten den 12. Jänner 1887.



Eine neue Krankheit entdecken kann Doppeltes bedeuten. Einmal kann es so viel bedeuten, wie eine Krankheit, die früher überhaupt noch nicht vorhanden war, vorfinden und als solche erkennen. Dies setzt eben voraus, dass neue Krankheiten entstehen.

Dass neue Krankheiten entstehen, daran ist kein Zweifel. Wir sehen sie unter unseren Augen entstehen. Ein schlagendes Beispiel ist der sogenannte Telegraphistenkrampf, der darin besteht, dass gewisse Individuen, die jahrelang mit dem Telegraphiren beschäftigt sind, bei dem Erzeugen gewisser Buchstaben von Krämpfen der Finger, der Hand, selbst des Armes befallen werden, so dass sie ihre Beschäftigung endlich aufgeben müssen. Ganz ähnliche Störungen bewirkt mitunter anhaltendes Arbeiten mit der Nähmaschine. Bei diesen Krankheiten können wir mit Bestimmtheit sagen, sie seien unter unseren Augen entstanden und früher nie dagewesen. Ihnen verwandt sind der Schreiberkrampf, der Clavierspielerkrampf, der Violinspielerkrampf, der Uhrmacherkrampf, und wenn diese Krankheiten auch nicht gerade unter unseren Augen entstanden sind, so sind sie doch in einer historisch

bestimmbaren Zeit entstanden, als nämlich das Schreiben, das Clavier- und das Violinspiel, die Uhrmacherei u. s. w. zu anhaltender Beschäftigung mit ganz bestimmten Technicismen führte. Noch viel älteren Ursprungs mag der Schmiedekrampf sein, und vielleicht in prähistorische Zeiten hinauf reicht der Melkerkrampf zurück, indem wir uns ganz gut vorstellen können, das einzelne Weiber irgend eines Nomadenstammes bei grosser Ueberanstrengung mit dem Melken von Schmerz und Krampf in den Armen befallen wurden. Die soeben angeführten Beispiele repräsentiren das sehr interessante Gebiet der Berufsneurosen, d. h. durch den Beruf erzeugter Nervenkrankheiten.

Ebenso auffällig ist das Entstehen jener Krankheiten, welche durch den ausgedehnten Gebrauch neuer Chemikalien bedingt sind. Der schönen Erfindung der Zündhölzchen verdanken wir eine neue, erst seit einigen Decennien bekannte Krankheit — den Phosphorbrand der Kieferknochen, der bei den Arbeitern in Phosphorzündhölzchenfabriken auftritt und zuerst in Wien durch unsern verehrten Collegen Lorinser erkannt und beschrieben wurde. Eine zweite, ebenfalls zuerst in Wien erkannte, äusserst interessante Krankheit, die durch den Collegen Englisch entdeckt wurde, ist die Knochenentzündung der Perlmutterdrechsler, die in einzelnen Gegenden, wo die Perlmutterdrechslerei in grossem Massstabe betrieben wird, unter den Arbeitern massenhaft angetroffen wird. Dass hieher der so erschreckende Ausbreitung gewinnende Morphinismus gehört, ist selbst-

verständlich; die Chemie lieferte das Gift und die medicinische Technik erfand die Applicationsweise für dasselbe; hochbegabte Männer und trefflich veranlagte Frauen verfielen dem Dämon. Der Opiumrausch und der Alkoholismus sind ältere Formen der analogen Erkrankungsform.

Anders steht die Sache im zweiten Falle. Die neue Krankheit ist eigentlich nicht neu, sondern war seit jeher vorhanden; nur die Erkenntniss derselben ist neu. Ein classisches Beispiel hiefür ist die so allgemein bekannte Krätze. Ganze medicinische Systeme wurden durch die Annahme gestützt, dass die Krätze durch nichts Anderes erzeugt werde als durch die Ausscheidung gewisser „Schärfen“ aus dem Innern des Körpers an die Oberfläche der Haut. Aber schon im Mittelalter finden sich Spuren der Erkenntniss, dass die Krankheit nicht von Innen heraus entsteht, sondern umgekehrt durch Ansiedlung eines Thieres auf die Haut. Laien, die mit einer besonderen Schärfe des Auges begabt waren, entdeckten das Thierchen frühzeitig, und schon im 16. Jahrhundert war es in Frankreich allgemein üblich, dasselbe mittelst Nadeln aus der Haut zu entfernen. Selbst nach der Entdeckung des Mikroskops, als die Krätzmilbe sogar abgebildet wurde, wich die alte Theorie der constitutionellen Schärfen nicht zurück, und es ist erst unserem grossen Hebra gelungen, den vollgiltigen Beweis zu führen, dass die Krätze keine weitere Bedeutung habe als die der Ansiedlung eines thierischen Parasiten auf der Haut

des Menschen. Ein weiteres Beispiel ist die Trichinose. Das Vorkommen der Trichine bei Schweinen und Ratten, seltener an Mäusen und Katzen, noch seltener am Fuchs, Hamster, Iltis, Igel u. s. w. berührte uns nicht viel; einzelne Befunde, die am Menschen vorkamen, sah man gleichgiltig an. Erst als zu Anfang des Jahres 1860 Zenker den Fall eines 20jährigen Mädchens mittheilte, das unter acuten Krankheitssymptomen gestorben war und bei dem man ausser frischer allgemeiner Trichineninvasion nichts Wesentliches vorfand, wurde die Sache beachtet, zumal da man auf dem Gute, wo das Mädchen gelebt hatte, mehrere Erkrankungen leichterer Art beobachtete. Seitdem weiss man, dass an manchen Orten und zu gewissen Zeiten die Trichinose massenhaft auftritt. So sind im Jahre 1865 zu Hadersleben 337 und im Jahre 1880 in einem syrischen an der Jordanquelle gelegenen Dorfe 257 Erkrankungen nachgewiesen worden. Und wenn heute im ersten besten Krankenhause, wo wissenschaftliche Medicin betrieben wird, ein Fall vorkommt, wo die Diagnose zwischen Typhus, Hirnhautentzündung und verwandten Zuständen schwankt, vergisst man die Trichinose nicht, und die Trichinenschau in Verbindung mit allgemeinem Schlachthauszwange wird heute in Deutschland als eine nothwendige sanitätspolizeiliche Forderung erklärt. In diese Kategorie gehört nun jene Krankheit, von welcher ich heute zu sprechen habe. Aktinomyces heisst wörtlich so viel wie Strahlenpilz; Aktinomykose heisst die durch den Strahlenpilz hervor-

gerufene Krankheit. Es hat nun damit folgende Bewandtniss.

An den Kieferknochen und in deren Nachbarschaft kommt beim Rinde eine eigenthümliche Geschwulst vor, welche von den Thierärzten verschieden aufgefasst und demgemäss auch verschieden benannt wurde; die einen hielten die Geschwulst für Knochenkrebs, die anderen für Knochentuberkulose; hatte sich die Krankheit in der Zunge localisirt, so sprach man von Holzzunge. Bollinger in München wies nun 1877 nach, dass in der Geschwulst ganz eigenthümlich geformte Gebilde constant vorkommen, welche O. Harz als Pilze erkannte und ihres strahligen Baues wegen als Strahlenpilze bezeichnete. Merkwürdiger Weise fand bald darauf Israël in Berlin (1878) bei der Obduction einer 30jährigen Frau, die unter dem Bilde einer chronischen Blutvergiftung gestorben war, in der Lunge und in vielen anderen Organen Ablagerungen, in denen allenthalben eigenthümliche strahliggebaute Pilzkörner vorhanden waren. Mit selbstverständlichem Eifer untersuchte Israël weitere Fälle, die verdächtig erschienen, und fand seinen Eifer dadurch belohnt, dass er in einigen Fällen den neuen Fund bestätigen konnte. Israël wusste seine Entdeckung am Menschen mit jener Bollinger's am Rinde noch nicht in Verbindung zu bringen. Inzwischen hatte aber Ponfick in Breslau ähnliche Befunde am Menschen aufzuweisen wie Israël und zögerte nicht, den gefundenen Pilz für identisch zu erklären mit jenem Pilz, den Bollinger am Rinde entdeckt hatte,

so dass es von nun an auch eine Aktinomykose des Menschen gibt. Rasch folgten nun die bestätigenden Befunde von anderen Seiten; von Wien aus wurden durch Kundrat und Zemann, von Prag aus durch Chiari Bestätigungen beigebracht. Den Sectionsbefunden folgten bald auch Befunde an lebenden Menschen, und heute verfügen die Wiener Kliniken, sowohl jene von Billroth wie meine Klinik über eine Reihe von Beobachtungen, wo wir im Leben ganz bestimmt die Diagnose auf Aktinomykose stellen konnten.

Anfangs lag die Sache so, dass die Diagnose erst dann gestellt wurde, als man sich durch mikroskopische Untersuchung der Geschwulst oder des Eiters von dem Vorhandensein des Strahlenpilzes überzeugt hatte; heute sind wir aber in vielen Fällen schon im Stande, aus dem groben, für die unbewaffneten Sinne auffälligen Verhalten der Geschwulst die Diagnose auf die Strahlenpilzkrankheit zu stellen.

Wenn ich heute einen ausgesprochenen Fall von Aktinomykose der Kiefergegend sehe, so wird in meiner Erinnerung eine Reihe von Beobachtungen wach, die uns durch eigenthümliche Details schon vor vielen Jahren auffällig waren. Wir deuteten dieselben als Tuberkulose; aber es blieb immer noch ein unerklärter Rest übrig, und so pflegten wir, als ich noch v. Dumreicher's Assistent war, die betreffenden Fälle zu Hebra zu schicken, um uns zu vergewissern, ob nicht eine andere Deutung vorzuziehen wäre. Hebra erging es nicht anders. Ich entsinne mich an Fälle, die Hebra

uns zuschickte, um unsere Meinung einzuholen. Das Krankheitsbild passte mit einem Worte weder recht in die chirurgische Bildergallerie, noch in die dermatologische. Jetzt wissen wir warum: es handelte sich eben um eine ganz eigene Krankheit.

Hintendrein stellt es sich heraus, dass B. v. Langenbeck schon im Jahre 1845 die Krankheit vorgefunden und von einem förmlichen „Pilzrasen" (sic) gesprochen, den er in einer Leiche vorgefunden. Es ist nach der Beschreibung des Falles kein Zweifel erlaubt, dass es sich um Aktinomykose handelte. Ja im Jahre 1857 hat Lobert einen Fall von menschlicher Aktinomykose sogar auch abgebildet. Diese Beobachtungen blieben aber unberücksichtigt.

Die heutigen, auf zahlreiche feine Untersuchungen gegründeten Beschreibungen des Aktinomyces klären uns über den Strahlenpilz etwa in folgenden Punkten auf.

Wenn man ein schon mit dem freien Auge wahrnehmbares, eigenthümlich gelbes Korn, das sich im Eiter der menschlichen Aktinomykose vorfindet, mit stärkerer Vergrösserung (350) untersucht, so findet man nach Marchand's Beschreibung im Centrum einen scharf begrenzten Raum, welcher entweder kugelig gestaltet, oder aus zwei oder mehreren Abtheilungen zusammengesetzt ist. Von der äusseren Grenze dieses Raumes gehen nach allen Seiten umgekehrt kegelförmige Strahlen aus, welche meist an den Enden zweispaltig auslaufen. Bei grösseren Gebilden entstehen förmlich kandelaberähnliche Gestaltungen, indem die zweispal-

tige Theilung fortschreitet. Die jüngeren Formen zeigen die Theile zwar stark glänzend, aber zart, weich und biegsam, bei älteren Formen findet man schon Spuren der Verkalkung.

In manchen Fällen ist der Bau besonders der gröberen Körner ein complicirterer, indem sich in der centralen Masse feine, theilweise verzweigte und dicht verfilzte Fäden vorfinden, in welchen man ein dem Mycel der höheren Pilze analoges Gebilde erblicken will.

Unter den Botanikern herrscht kein Zweifel, dass es sich hier um pilzliche Gebilde handelt, und zwar um eine Art von Schimmelpilz. Ueber die nähere Stellung derselben im Systeme ist noch nicht entschieden.

Sie werden nun fragen, welcher Art die Krankheit ist, welche der Schimmelpilz Aktinomyces am Menschen erzeugt? Die bisherigen Erfahrungen haben uns höchst imponirende Krankheitsbilder vor die Augen geführt.

In einem Falle, der in dem laufenden Semester auf meiner Klinik zur Beobachtung kam, war das Bild ein sehr mildes. An der linken Wange einer weiblichen Person in den Zwanzigerjahren fand sich eine Gruppe von drei halbkugeligen, über kirschengrossen, mit glänzender, violett gefärbter Haut bedeckten Geschwülsten, welche alle Charaktere oberflächlicher Abscesse an sich hatten. Nur das gruppenweise Beisammenstehen dieser Abscesse musste auffallen. Da das betreffende Individuum von sehr gesundem Aussehen war, die Abscesse aber die sonstigen Merkmale tuberkulöser Abscesse hatten, so lag ein Widerspruch vor, und schon dieses

führte bei dem Mangel jeglicher anderen Erkrankung auf die Annahme der Aktinomykose, welche durch die mikroskopische Untersuchung des Inhaltes der eröffneten Abscesse auch sofort bestätigt wurde. Hier war also die Erkrankung eine äusserst milde, oberflächliche; das Eröffnen, Auskratzen und Ausbrennen der Abscesshöhlen brachte auch Heilung hervor. In einem anderen Falle fanden wir einen kaum hasselnussgrossen Knoten in der Zunge eines Mannes. Das Bild passte zu keiner der genau gekannten Krankheiten. Die Diagnose auf Aktinomykose wurde durch die mikroskopische Untersuchung ebenfalls bestätigt. Die Behandlung war ebenso einfach wie erfolgreich.

Aber schon ein nächster Fall kann ein ganz unheimliches Aussehen darbieten. Nicht nur finden sich die Weichtheile der Kiefergegend von zahlreichen Abscessen und Fisteln durchsetzt, sondern auch der Kieferknochen erscheint erkrankt; die Sonde, die man in die einzelnen Fistelgänge einführt, um ihre Richtung und Tiefe zu prüfen, stösst vielfach auf den Knochen und gelangt in Knochenhöhlen; einzelne Fistelgänge gehen in die Tiefe des Halses, in jene unheimlichen Tiefen, wo die grossen Blutgefässe liegen, deren Verletzung keine gleichgiltige Sache ist. Hat man sich zu der Operation entschlossen, d. h. zur Spaltung aller dieser Fisteln und Hohlgänge, um den verderblichen Parasiten zu entfernen, so überzeugt man sich in der Regel, dass die Verhältnisse in der Tiefe viel schwieriger sind, als es von aussen den Anschein hatte. Von einer Fistel,

in die man vorgedrungen ist, zweigen nach allen Richtungen Nebengänge aus, wie in einem Labyrinthe, oder in einem System von Laufgräben; überall hat sich der Feind angesiedelt und hat den Boden unterminirt, so dass die Muskeln, die Blutgefässe und überhaupt alle Organe von ihm angefressen, umfangen, bedroht sind. In Tiefen, in welchen der erfahrenste Operateur nur um Haaresbreite mit dem Messer vordringt, hat der Strahlenpilz seine rücksichtslosen Wanderungen, Ansiedlungen und Zerstörungen vollzogen.

Die Gewebe bleiben nicht unthätig. Die nächsten, die mit dem Pilz in directer Berührung stehen, werden zwar geliefert; sie vereitern. Aber in einer gewissen Entfernung von dem Feinde ermannen sich sozusagen die Gewebe; es werden gegen den Feind Barricaden aufgeführt; die Natur producirt ein dichtes, hartes, schwieliges Gewebe, welches unter dem Messer kreischt, und bildet Schutzmauern daraus; stellenweise gelingt es ihr, den Feind hiedurch abzuhalten, aber stellenweise zerfrisst der Feind die Schutzmauer und dann eine zweite und dritte, welche von den Geweben inzwischen errichtet wurde.

In Fällen dieser Art kann die Ausrottung des Pilzes eine Heilung herbeiführen.

Aber der Aktinomyces siedelt sich am menschlichen Körper auch an solchen Stellen an, welche den directen Eingriffen des Arztes unzugänglich sind.

Gerade die ersten von Ponfick beobachteten Fälle zeigten, dass der Aktinomyces seinen Sitz auch im In-

neren des Körpers aufschlagen kann, ohne dass äusserlich eine Spur seines Eindringens vorhanden wäre. Der erste Fall zeigte, dass der Pilz seine Verwüstungen in der Brusthöhle angerichtet hatte; in dem zweiten Ponfick'schen Fall war geradezu das Herz der Hauptsitz des Parasiten. Im Allgemeinen verhält es sich bei der Erkrankung der Athmungsorgane auf folgende Weise. Entweder siedelt sich der Pilz blos in der Schleimhaut der Luftröhrenäste an und die Krankheit zeigt das Bild eines Katarrhs, nur dass im Auswurf die charakteristischen Körnchen des Pilzes vorzufinden sind. Diese Form ist selten; sie ist bisnun nur ein einziges Mal beobachtet worden. In der Regel nimmt die Erkrankung eine weit schwerere Form an. Der Pilz siedelt sich im Gewebe der Lunge selbst an und führt eine Zerstörung der betreffenden Portion des Organs herbei. Anfangs verläuft die Sache fast unmerklich; der Kranke hat einen schleimig-eitrigen Auswurf, dem die Pilzkörner beigemischt sind; ab und zu wird der Auswurf auch etwas blutig. So geht es mitunter ein Jahr lang. Auf einmal tritt eine acute Entzündung des Rippenfells auf. Das ist das Zeichen, dass der Pilz sich über die Lunge hinaus ausgebreitet, den Ueberzug der Lunge durchbrochen hat. Von da aus breitet sich der Pilz auf die Brustwand aus und greift vorzüglich gerne das Bindegewebe vor den Brustwirbeln an; er dringt aber auch in das Zwerchfell vor und von da aus in die Milz oder in die Leber; oder er siedelt sich im Herzbeutel und von da aus auch im Herzfleisch an.

Einen dritten Ansiedlungsrayon des Strahlenpilzes bildet der Darm. Auch hier zeigt sich eine oberflächliche, nur auf die Schleimhaut beschränkte Rasenbildung, welche zu keinen tieferen Verwüstungen führt — und eine in die Tiefe der Gewebe vordringende Ansiedlung. Bei der letzteren wird die Darmwandung in Form von kleineren und grösseren Geschwüren zerstört und der Process würde bald in den freien Raum der Bauchfellhöhle vordringen, wenn nicht die Natur durch eine inzwischen eingeleitete Anwachsung der Darmschlingen unter einander oder mit der Bauchwand der Gefahr eines acuten Unterganges vorbauen würde; so gelangt der Pilz aber nur in neu gebildetes Bindegewebe und setzt hier seine Verwüstungen, seine Vereiterungen, Fistel- und Höhlenbildungen fort. Mitunter gelangt er auf diesem Wege bald in die Bauchwandung und es kommt zeitlich zur Bildung von greifbaren und sichtbaren Herden, welche nach Aussen aufbrechen können und dann ihre Natur dadurch verrathen, dass die Absonderung des äusserlich aufgebrochenen Heerdes die charakteristischen Körner des Strahlenpilzes enthält.

Es sind also bisher drei Hauptrayons der Strahlenpilzansiedlung bekannt: 1. Das Territorium der Kauwerkzeuge (Kiefer, Zunge und Nachbarschaft), 2. die Athmungsorgane, 3. der Darm.

Es ergibt sich daraus die vorläufige Annahme, dass der Pilz in unseren Körper gelangen kann 1. mit den Nahrungsmitteln, 2. mit der eingeathmeten Luft.

Es ist allerdings hervorgehoben worden, dass der Pilz in die Lunge auch von den Nahrungswegen gelangen könnte, indem er von der Speiseröhre aus in das Mittelfell und von da auf die Lunge übergreifen könnte; allein der eine Fall, wo der Pilz nur auf der Oberfläche der Schleimhaut der Lunge gefunden wurde, hält die Möglichkeit offen, dass er auch eingeathmet werden kann. Ich sage mit Vorbedacht: nur die Möglichkeit, denn der Pilz kann in die Athmungswege auch dadurch gelangen, dass er nicht mit dem Luftstrom geht, sondern von der Mundhöhle aus langsam in den Eingang zum Kehlkopf hineinwandert. Es wäre also dann eine vereinfachte Vorstellung, anzunehmen, dass der Pilz im Ganzen und Grossen nur mit den Nahrungsmitteln in den Körper gelangt. Allein bei dieser Vorstellung müssen wir wieder gleich die Bemerkung machen, dass fremde Dinge, die in der menschlichen Mundhöhle angetroffen werden, doch nicht nothwendig mit der Nahrung hineingelangen, indem es noch andere Importwege gibt; wir führen in den Mund Zahnstocher, Cigarren, Tabakspfeifen, Zahnbürsten, Finger u. s. w.; wir schlafen mit offenem Munde und da kann Mancherlei hineinfallen.

Da entsteht die grosse Frage: Wo kommt denn der Strahlenpilz in der Natur vor? Kommt er am Obst, oder am Getreide, oder an todten Gegenständen vor?

Die Antwort lautet sehr überraschend: In der freien Natur ist der Strahlenpilz bisher noch nicht beobachtet worden; man hat ihn nur an Thieren beob-

achtet, und zwar sind es folgende Thiere: Rind, Schwein, Hund.

Schon Eingangs wurde erwähnt, dass die Krankheit überhaupt zuerst beim Rind entdeckt wurde.

Die Form, in welcher aber die Erkrankung des Rindes vorgefunden wird, ist verschieden von der Form, die am Menschen zur Beobachtung kommt.

Beim Menschen sehen wir, dass der Charakter der Erkrankung in dem Worte „Eiterung" enthalten. Ueberall, wo der Pilz auftritt, eitert das Gewebe; es entstehen seichtere und tiefere, grössere und kleinere Heerde, Höhlen, Hohlgänge, Fisteln; um diese Einschmelzungsformen herum richtet die Natur Schutzdämme auf, indem sie schwieliges hartes Bindegewebe producirt. Aber im Ganzen ist die Erkrankungsform eine besondere Art der Eiterung.

Beim Rinde hat die Erkrankung eine andere Form. Ihr Charakter erinnert mehr an das Gewächs. Der Kiefer eines aktinomykotischen Rindes erinnert an die Knochengewächse des Menschen.

Während also am Menschen die Zerstörung der Gewebe vorwaltet, ist beim Rinde die Wucherung, die Production vorwiegend.

Dies kann aber dennoch keine principiellen Bedenken, die Krankheit für identisch zu halten, hervorrufen, indem es heute für ausgemacht angesehen werden muss, dass die verschiedenen Arten der Thiere gegen ein und dasselbe Agens in ganz verschiedener Weise reagiren.

Weit entscheidendere Bedeutung haben die Impfversuche. Kann man die Körner der menschlichen Aktinomykose auf die Thiere zurück mit Erfolg verpflanzen?

Johne versuchte es ohne Erfolg; aber Israël gelang es, Körner einer menschlichen Lungenaktinomykose auf Kaninchen zurückzuverpflanzen und die Erkrankung am Thiere zu erzeugen. Damit ist die Entscheidung gefallen.

Neben den Impfversuchen haben besonderes Interesse auch noch die Bestrebungen, den Strahlenpilz, der vom Menschen oder vom Thiere gewonnen wird, auf einem leblosen Nährboden zu züchten. Versuche dieser Art sind gelungen und in einzelnen pathologischen Instituten wird der Aktinomyces cultivirt gehalten. Einer meiner Assistenten, der sich mit den Infectionskrankheiten speciell beschäftigt, Dr. Ullmann, hält auch eine solche Cultur.

Das ist nun im Wesentlichen Alles, was wir von dem Strahlenpilz und der durch denselben erzeugten Krankheit des Menschen wissen. Wir wissen nicht, ob der Pilz nur an gewissen Thieren lebt oder ob er auch frei in der Natur vorkommt; wir wissen nicht, auf welchem Wege er in unseren Körper gelangt; wir wissen also auch nicht, was wir zu vermeiden haben, um uns vor der Ansteckung zu bewahren. Auch die Behandlung der Krankheit ist noch eine sozusagen primitive. Wir kennen kein anderes Mittel als die chirurgische, also eigentlich mechanische Ausrottung der

Ansiedlung in jenen Fällen, wo das Ansiedlungsgebiet dem Messer zugänglich ist. Es ist schon dies eine Errungenschaft. Früher waren vielleicht alle von Aktinomykose befallenen Menschen verloren. Jetzt können wir wenigstens diejenigen retten, die frühzeitig mit einer Erkrankungsform kommen, die sich wenigstens chirurgisch angreifen lässt. Es sind dies nicht die Fälle allein, wo sich die Ansiedlung in der Kiefergegend, in der Zunge, im Halse findet, sondern wir haben auch Fälle geheilt, wo die Bauchwandung der Sitz war. Esmarch hat in einem Falle ein grosses Stück der Bauchwandung einfach ausgeschnitten; mir ist es in letzterer Zeit in einem Falle gelungen, durch Spaltung der Gänge, Auskratzen derselben und vielleicht auch noch durch die Ausfüllung der Hohlräume mit Chlorzink-Kieselguhr eine Heilung auf leichterem, weniger eingreifendem Wege zu erzielen.

Nicht diese praktischen Gesichtspunkte sind es, die ich der Aufmerksamkeit weiterer Kreise unterbreite. Für diejenigen, welche der Naturforschung als solcher jene ideale Vorliebe zuwenden, welche einen Charakterzug unserer Zeit bildet und in aller Zukunft sowohl allgemeiner als auch vertiefter werden wird — daran ist wohl kein Zweifel — für die weiteren Kreise der Freunde der Naturforschung, sage ich, kann der heutige Gesprächsstoff den Ausgangspunkt ganz anderer Betrachtungen bieten.

Der wechselseitige Kampf, den die lebenden Wesen, Pflanzen und Thiere, unter einander führen, gewinnt

von Tag zu Tag eine grössere Bedeutung auch auf dem Gebiete der Heilkunde. Wir sind in Europa so glücklich, keine Tiger und Hyänen, keine Löwen und Krokodile bekämpfen zu müssen; der Wolf, einzelne Arten giftiger Schlangen und dergleichen sind noch hie und da unsere groben Feinde. Hier gilt es ab und zu einen Kampf nach Art des Urmenschen, das einfache Todtschlagen des Feindes.

Aber wir haben im raschen Lauf unserer Bildung, in dem schnellen Fortschritt unseres Naturerkennens neue und neue Feinde kennen gelernt. Die mit dem Mikroskope arbeitende Medicin hat Funde gemacht, welche es höchst wahrscheinlich machen, dass unserem Leben und unserer Gesundheit in einer Weise aufgelauert wird, von welcher wir noch vor wenigen Jahren keine rechte Vorstellung haben konnten.

In alten Zeiten wurde angenommen, dass verschiedene innere Krankheiten, für welche sich dem Menschen keine äussere Veranlassung bemerklich machte, durch unbekannte Dämonen erzeugt werde. Eine auf sittliche Weltordnung basirte Anschauung führte zu der Annahme, dass viele Krankheiten als Strafe der Gottheit anzusehen sind, dass also irgend ein Verschulden vorausgegangen ist. Eine auf Naturbeobachtung gestützte Gedankenrichtung machte es wahrscheinlich, dass viele Krankheiten einfach die Folge von physikalischen oder chemischen Naturvorgängen sind, welche unser mitten in den Naturprocessen stehender Körper nothwendig erleiden muss; hieher gehört die seit Jahr-

hunderten verbreitete Anschauung, dass viele Krankheiten durch Verkühlung entstehen, und hier bewegt sich die Volksanschauung schon auf einem wissenschaftlichen Boden.

Die wissenschaftliche Medicin selbst aber muss heutzutage gestehen, dass sie gar nicht ahnte, welche grosse Rolle bei der Entstehung der menschlichen Krankheiten pflanzliche und thierische Organismen spielen, die unsern Körper zum Ansiedlungsobjecte wählen. Sie ist förmlich überrascht über die Funde, die gemacht worden sind.

Organismen, zumeist pflanzlicher Natur, die mit den stärksten Vergrösserungen kaum noch erkennbar sind, werden als die Erreger der Krankheiten erkannt — Organismen, gegen welche sich der Aktinomyces verhält wie ein Riese gegen einen Zwerg. Die ansteckenden Krankheiten erscheinen uns nun nicht als die Folge eines nebelhaft vorgestellten Giftes, sondern als die Invasion eines uns feindlichen lebenden Wesens, als der persönliche Kampf mit einem Feinde. Eine Epidemie erscheint als ein Krieg, den eine Gattung von niedersten Geschöpfen, die man sich denken kann, gegen den höchsten der Erdbewohner, den gottähnlichen Menschen unternimmt.

Diese ganz veränderte medicinische Lebensanschauung datirt von den ausserordentlich glücklichen Funden Koch's und seiner Schule. Die deutsche Medicin hat hier wirklich eine neue Welt entdeckt, wenn es auch mit demselben Athemzug betont werden muss,

dass die grossartigen Untersuchungen Pasteur's über die Zersetzungsvorgänge der organischen Materie die moderne Forschung auf eine richtige Bahn geleitet und die heutigen Anschauungen vorbereitet haben.

Alle diese Krankheiten, die wir als ansteckende im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen, Blattern, Scharlach, Masern, Rothlauf, Typhus, Diphtheritis, Cholera, Wechselfieber, Rückfallsfieber beruhen darauf, dass in unseren Körper ganz bestimmte Feinde eindringen. Die Cholera ist nichts Anderes als der Kampf des Commabacillus gegen den Menschen; der Typhus nichts Anderes als der Kampf des Typhusbacillus mit dem Menschen; der Rothlauf nichts Anderes als der Angriff einer bestimmten Art von Coccus gegen den Menschen u. s. w.

In der Naturforschung sind auch grobe Vergleiche zulässig. Der Kampf des Borkenkäfers gegen die Waldbäume, der Kampf der Reblaus gegen die Weinberge sind grobe Analogien der menschlichen Epidemien und Endemien.

Ist die Aufmerksamkeit des Menschen einmal nach einem bestimmten Punkte gerichtet, so entdeckt er Vielerlei. Es hat sich herausgestellt, dass Krankheiten, bei denen man nicht leicht an Ansteckung denken konnte, nun als Ansteckungskrankheiten erscheinen. Für die Tuberkulose sind heutzutage ausserordentlich schwerwiegende Gründe beigebracht worden, dass sie durch die Ansiedlung eines bestimmten Pilzes bedingt wird, des Koch'schen Tuberkelbacillus.

Ja noch mehr; Processe, die als selbstverständliche Function des Organismus gelten, erscheinen heute als die Wirkung von Mikroorganismen. So wird heutzutage die Lehre aufgestellt, dass die Eiterung nur dann zu Stande kommt, wenn eine bestimmte Art von Coccen in die Gewebe gelangt.

Der Yellowstone-Nationalpark, der vulkanische Ausbruch auf Neu-Seeland und das Geysir-Phänomen.

Von

DR. FRANZ TOULA,
o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 19. Jänner 1887.

Mit 15 Abbildungen im Texte.



Vor Kurzem (1883) erschien im zwölften Jahresberichte [1]) der unter Hayden's Leitung gestandenen Aufnahmen der westlichen Territorien die einen mächtigen Band füllende wissenschaftliche Beschreibung des „Yellowstone-Nationalparkes", „des Wunderlandes der nördlichen Hemisphäre", dem Gebiete der Hauptwasserscheide des nordamerikanischen Continentes.

Es ist noch nicht lange her, dass dieses merkwürdige Stück Erde näher bekannt geworden ist, und noch heute, obwohl eine 92 Kilometer lange Flügelbahn der nördlichen Pacificbahn die Touristen bis an den Eingang des Parkes führt, gibt es in demselben noch gar manche bis nun unbegangene Strecken, besonders im östlichen Theile. Die ersten Mittheilungen über die Wunder dieses Landes wurden von den Pelzjägern verbreitet und dürften von den Hörern als Jägerlatein belächelt worden sein. Der Erste, der eine Kunde brachte, war ein Trapper John Colter oder Coulter,

---

[1]) Twelfth Annual Report of the United States geological and geographical Survey of the Territories for the year 1878 von F. V. Hayden, Washington 1883, 2 Theile.

der, von einem längeren abenteuerlichen Aufenthalte unter den Indianern im Westen 1810 nach St. Louis zurückkehrend, so viel des Wunderbaren zu erzählen wusste, dass das Land auf der Wasserscheide nur „Coulter's Hölle“ genannt wurde. Vom Jahre 1863 datiren (von Capitän Walter W. de Lacey) die ersten sicheren Nachrichten. Ausführlich berichtete Hayden im Jahre 1872 über seine Aufnahmen (im Jahre 1871) und auf seinen Antrag hin wurde im selben Jahre das Gebiet vom Congress der Vereinigten Staaten als Nationaleigenthum erklärt und von da an officiell als „Yellowstone-Nationalpark“ bezeichnet.

Von Wien aus hätten wir etwa 10.000 Kilometer dahin zurückzulegen. Aber auch von New-York aus sind auf der kürzesten Route, über Chicago und St. Paul, fast 4000 Kilometer (3833 Kilometer) zurückzulegen (also beinahe viermal so weit wie von Wien nach Paris), um an den Eingang in den Park zu gelangen, der in seiner Grösse (nach Steinhauser's Berechnung [1]) von 8455 Quadratkilometer (gegen 9259 Quadratkilometer der Amerikaner) so ziemlich genau die Mitte hält zwischen der der Kronländer Kärnten (10.373 Quadratkilometer) und Salzburg (7166 Quadratkilometer). Während wir uns jedoch in unseren genannten Alpenländern in Meereshöhen zwischen 313 Meter (Ausfluss der Drau aus Kärnten) und

---

[1]) Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik, 1886, VIII. Theil, S. 399.

3799 Meter (Grossglocknerspitze) bewegen, liegt kein Punkt des Nationalparkes unter 1600 Meter (Ausflusshöhe des Yellowstone Rivers), während die Höhe der Thalbecken zwischen 2000 und 2400 Meter, also in der beiläufigen Höhe unserer Alpenpässe gelegen ist (Radstätter Tauern 1675, Arlberg 1786, St. Gotthard 2043 und Bernina 2334 Meter) und jene des höchsten Punktes unseres engeren Vaterlandes Niederösterreich (Schneeberg 2060 Meter) um ein gutes Stück übertrifft. Die höchsten Punkte des Parkes (der Mount Washburn erreicht 3458 Meter = 10927 Wiener Fuss) bleiben hinter den höchsten Punkten unserer Tauern nicht viel zurück.

Wir befinden uns (man vergleiche die Karte) im Gebiete der Rocky Mountains in der Nähe der grossen Hauptwasserscheide des nordamerikanischen Continentes, indem der eine aus dem Shoshonesee (2388 Meter) im Südwesten abfliessende Quellfluss des Snake oder Shoshone Rivers zum Pacific, der nach West abfliessende Madison River, sowie der aus Südost kommende, den Yellowstone-See (2358 Meter) durchfliessende Yellowstone River und seine Zuflüsse (worunter in erster Linie der im Nordwesten gelegene, an der Parkgrenze einmündende Gardiner River zu nennen ist) die beiden Quellflüsse des Missouri bilden und dem Atlantic zuströmen.

Der Yellowstone fliesst vom See bis zum Ausflusse aus dem Park abwechselnd ruhig zwischen niedrigen, rasigen Ufern, oder er stürzt, in enge Schluchten eingezwängt, zwischen steilen, bis zu 250 Meter hohen

Wänden dahin und über Katarakte und Fälle hinab. Der erste Wasserfall, 34 Meter hoch, liegt oberhalb

Fig. 1.



Geologische Karte des Yellowstone-Nationalparks.
Nach W. Holmes. (1 : 1,200.000.)

des Einganges in den 10 Kilometer langen oberen Cañon. Wird der auf 6 Meter eingeengte Fluss schon

hier in Schaum zerstäubt, so erfolgt auf dem unmittelbar am Eingange des oberen Cañons gelegenen grossen Falle bei einer Sturzhöhe von 91 Meter, d. i. doppelt so hoch als der Niagara, die Zerstäubung in noch höherem Grade, so dass in geeigneten Momenten und von der rechten Stelle besehen, die schönsten Regenbogen in den Wasserstaubwolken über dem Wassersturze erscheinen.

Aber auch der Gardiner River hat Cañon und Wasserfall, und zwar kaum eine deutsche Meile von der Endstation der Flügelbahn entfernt, in seinen beiden Zweigflüssen, ja am westlichen Laufe ist sogar eine Schlucht im Obsidian, also ganz märchenhaft in wahrem dunklen Glas zu verzeichnen, über das auch die Strasse hinüberführt.

Die grosse Höhenlage und die übrigen das Klima bedingenden Momente lassen es begreiflich finden, dass von einer Agricultur und dementsprechender dauernden Bewohnbarkeit nicht die Rede sein kann. Schneestürme mit Schneefällen bis zu 60 Centimeter Tiefe treten schon im September ein.

Es ist ein rauhes, unwirthliches Waldland. Hochstämmige Nadelhölzer: Fichten[1]) verschiedener Art, Pinus- und Juniperusarten,[2]) von Laubhölzern: Ahorn, Birken, Erlen, Pappeln und Weiden bilden Wälder und

---

[1]) *Abies Engelmanni* Parry, *Menziesii* Lindl., *Douglasii* Lindl.

[2]) *Pinus contorta* Dougl., *flexilis* James, *Juniperus communis* L. und *occidentalis* Hook.

Haine. Ausgedehnte Grasflächen bedecken die Niederungen und prangen während der kurzen Sommerszeit in reichem Blumenflor. In den Wäldern leben Bisons und Elenthiere, auch Gabelböcke (*Antilocapra americana* Ord.) kommen vor. An Raubthieren ist kein Mangel. Bären (darunter auch der Grizzlybär), Wölfe und der Vielfrass in zwei Arten, Stinkthiere und Marder, Eichhörnchen, Zieselmäuse, Biber, Ratten, Kaninchen und andere Nager finden sich vor. Von Geflügel gibt es reiche Auswahl, so Eulen, Bussarde, Falken, Waldhühner, Schwäne und Enten. Dies Gethier, sowie die fischreichen Flüsse und Seen könnten eigentlich nur einem anspruchlosen abgehärteten Jägervolke Existenzbedingungen gewähren. In der That leben nur die wenigen Aufsichtsleute und vorübergehend Indianer und Touristen daselbst.

Auch im Sommer ist das unvermeidliche Campiren im Freien ohne gehörige Vorsorge unmöglich. Und doch ist es ein Wunderland! Es enthält Naturschönheiten, die um so grösseren Reiz ausüben müssen, als sie sich anderswo in ähnlicher Weise nicht wiederfinden.

Wir stehen auf vulcanischem Boden. Nur im Norden und Nordwesten treten ältere Bildungen auf, und zwar vor Allem Granite und krystallinische Schiefer, die gegen Süden durch eine tiefgreifende, von Nordwest nach Südost verlaufende Störungslinie wie abgeschnitten erscheinen, eine Verwerfungslinie, welcher eine Strecke weit der Yellowstone River folgt, der hier eine zum Theil im Granit selbst tief eingegrabene Schlucht, den

dritten Cañon, gebildet hat. Im Nordwesten wird das Gallatingebirge von einer reich gegliederten Schichtenreihe gebildet. Im äussersten Süden des genannten bis gegen 3400 Meter Höhe erreichenden Gebirges tritt nämlich Granit zu Tage, über welchem Silur, Kohlenkalk, Trias, Jura und Kreide, leicht nach Norden geneigt, wie es scheint im Grossen und Ganzen in übereinstimmender Lagerung folgen, um ausserhalb des Parkes, an der erwähnten Störungslinie, in einer Falte an das alte krystallinische Grundgebirge angepresst zu werden, so zwar, dass die in ihrer Gänze mitbetroffenen Gebirgsglieder selbst vertical aufgerichtet erscheinen. Gegen Osten hin grenzt die ganze Schichtenreihe, ebenso wie die krystallinischen Gesteine längs der erwähnten Störungslinie, unvermittelt an die jüngeren Ablagerungen: ältere und jüngere tertiäre Sandsteine und Conglomerate im nördlichen und östlichen Theile, welche sehr beträchtliche Mächtigkeit erreichen, horizontal gelagert erscheinen und ihrerseits überlagert werden von den weithin ausgedehnten, den ganzen mittleren und südlichen Theil des Parkgebietes erfüllenden Tafelmassen eruptiver Natur. Es sind zu unterst in weitester Verbreitung quarzführende Rhyolithe, darüber local, besonders an der nördlichen Grenze, an der Störungslinie jüngere typische Trachyte und Basalte. Letztere sind an einer Stelle am Einflusse des Tower Creek in den Yellowstone in ausgezeichneter Art säulenförmig abgesondert und treten daselbst in mehreren Etagen am Steilgehänge der Schlucht auf.

Erwähnt werden darf dabei auch das Vorkommen trachytischen Gesteins zwischen alten paläozoischen Ablagerungen der erwähnten Gallatin Range, welche aufgefasst werden als zwischen dieselben gewaltsam hineingepresste (Intrusions-) Massen, nach Art jener gewaltigen linsen- oder brotlaibartigen Stockmassen, welche Gilbert in den Henry Mountains in Colorado und Utah angetroffen und als „Laccolite“ beschrieben hat.

Das merkwürdigste Vorkommen der erwähnten tertiären Sandsteine und Breccien liegt am East Fork des Yellowstone, am Nordabhange des Amethystberges (2865 Meter), wo sie bei 600 Meter Mächtigkeit besitzen und durch das Auftreten einer Unmasse von versteinerten Stämmen, die zum Theil noch mit den Wurzelstöcken erhalten und entweder aufrecht, zum Theil in den Conglomeraten eingeschlossen oder niedergebrochen vorliegen. Stämme bis über 18 Meter lang und mit 1·5—1·8 Meter Durchmesser und darüber sind daselbst beobachtet worden. Es sind wahre versteinerte, in Opal und Achat umgewandelte Wälder, deren Alter nach den gefundenen Arten dem unteren Pliocän oder oberen Miocän zugeschrieben wird.

Erwähnt zu werden verdient vielleicht auch die Thatsache, dass sich Blöcke des granitischen Gebirges im Norden, sowohl am Gardiner River, als auch am Yellowstone, mehrere Meilen weit südlich, auf den vulcanischen Decken verbreitet finden, zum Theil bis in beträchtliche Höhen (bis zu 600 Meter über dem

Spiegel des heutigen Yellowstone), als wahre Findlinge oder erratische Blöcke, so dass man behufs Erklärung ihres Vorkommens an ehemals weit ausgedehnte Gletschereismassen gedacht hat, während heute, wie es schon an anderer Stelle angeführt worden ist, die Gletscher in den Rocky Mountains dieser Breite eine so geringe Ausdehnung besitzen, dass ihre Existenz erst im Jahre 1878 sicher nachgewiesen werden konnte, und zwar, wie gesagt, in der Windriverkette und in den Tetonbergen südlich vom Nationalpark.

Holmes hat in demselben Berichte auch bildliche Darstellungen der kleinen Gletscher des Fremont's Peak in der Windriverkette, sowie der alten Moränenhügel und des von alten Moränen umschlossenen kleinen Glacialsees im Greenrivergebiete (südwestlich vom Fremonts Peak) gegeben, welche neuerlichst von Isr. C. Russell[1]) um einige weitere Darstellungen bereichert wurden. Die Existenz grosser Gletscher in den Rocky Mountains unseres Gebietes hat auch der bekannte Director der britischen geologischen Landesaufnahme Archibald Geikie bei seinem Besuche des Nationalparkes dargethan, nachdem er an den bis zu 300 Meter hohen Wänden des in die krystallinischen Gesteine eingeschnittenen, fast 5 Kilometer langen Cañons nahe dem Eingange in den Park zweifellose Gletscherscheuerstreifen (Gletscherschliffe) aufgefunden hatte. Er schloss daraus auf Gletschereisströme in dieser

---

[1]) Fifth Annual Raport for 1883/84 (1885).

Thalenge der Vorzeit mit bis zu 300 Meter Mächtigkeit.

Für uns sind von weitaus höchstem Interesse die an vielen Stellen des Nationalparkes vorkommenden Ablagerungen, welche der Thätigkeit heisser Quellen ihre Entstehung verdanken, deren es im Bereiche des Parkes eine überaus grosse Anzahl gibt. (A. C. Peale in seinem hochinteressanten Geysir-Berichte[1]) schätzt ihre Anzahl auf nicht weniger als 3000! — 2195 sind sichergestellt.) Unter der grossen Zahl befinden sich nicht weniger als 62 sicher erkannte Geysir oder heisse Springquellen („Kochbrunnen").

Diese Häufigkeit der heissen Quellen und vor Allem der heissen Springquellen machen das Gebiet des Nationalparkes so überaus merkwürdig.

Geysir gehören ja zu den selteneren Erscheinungen auf der Erde. Obwohl auch in Californien, auf den Azoren, auf Celebes und im Tibet intermittirende Kochbrunnen bekannt geworden sind, so sind uns doch nur jene altberühmten Springquellen auf Island und die besonders durch v. Hochstetter beschriebenen Neu-Seeland-Geysir genauer bekannt geworden. Beide Gebiete werden sowohl räumlich, als auch was Zahl, Grossartigkeit und Mannigfaltigkeit der Erscheinung anbelangt übertroffen durch die Quellengebiete des Yellowstone-Nationalparkes, welche uns nun durch die neuen Aufnahmen auch weit genauer bekannt geworden sind.

[1]) The thermal springs of Yellowstone National Park. Hayden's Twelfth Annual, Report p. 63—450.

Was die Verbreitung und Zahl der heissen Quellen und vor Allen der Geysir in unserem Gebiete anbelangt, so ist diese im westlichen Theile des Parkes weitaus grösser. Am Yellowstone River, sowie im Yellowstone-Seegebiete wurden im Ganzen etwa 300 heisse Quellen bekannt, also kaum ein Drittel der Gesammtzahl. Eigentliche wahre Geysir fehlen hier fast gänzlich, es sind nur zwei Schlammsprudel und ein beständig, aber mässig thätiger Kochbrunnen bekannt. Nur ein bei 7 Meter hoher Kegel im nordöstlichen Theile des Parkes, der sich über einer Sinterplattform erhebt, mag auf eine intensivere Thätigkeit in früherer Zeit hindeuten. Freilich ist dieser Kegel („Soda-Butte“) aus Kalksinter aufgebaut, ganz ähnlich wie die bald zu besprechende Mammuthquellenterrasse des Westens.

Im Westen des Parkgebietes treten die heissen Quellen in geradezu ungeheurer Zahl auf, und zwar sowohl am Gardiner River im Norden (wo die grandiosen Terrassenquellen gelegen sind, eigentliche thätige Geysir jedoch fehlen), als auch im Gebiete des Madison, wo die Haupt-Geysirbecken am Fire Hole Creek gelegen sind, und des Shoshone (Snake) River. Sie liegen hauptsächlich in einer nordsüdlich verlaufenden Zone, in der Fortsetzung des erwähnten Störungsgebietes auf der Ostseite der Gallatinkette.

Bevor wir auf diese Bildungen eingehen, seien nur noch den für den Osten so charakteristischen, mit Solfataren (Schwefelwasserstoffquellen) in Verbindung stehenden Schlammquellen und Schlammgeysirn

einige Worte gewidmet. Sie liegen, wie gesagt, vor Allem am **Yellowstone River** oberhalb der erwähnten Fälle, und zwar, was wohl betont zu werden verdient, in einem Gebiete, welches in einer der Gegenwart vorangegangenen Zeit von dem Spiegel des ehemals mehr als nochmals so grossen Yellowstone-Sees bedeckt war. Im Gebiete der alten Seeschlammabsätze also, oder am Rande derselben, kommen die heissen Quellen zu Tage, und es erklärt sich somit die Entstehung der Schlammsprudel leicht, die unausgesetzt in Thätigkeit sind und stellenweise in Folge der Schlammausquellungen förmliche Schlammvulcane bilden können und gebildet haben. Der Schlammgeysir (Mud-Geyser) am Yellowstone (etwa 10 Kilometer vom See entfernt) ist wohl die interessanteste unter den Schlammquellen. Er besitzt einen fast 20 Meter breiten trichterförmigen Krater, dessen Wände aus Thon- und Kieselabsätzen aufgebaut sind. Es ist ein wahrer Geysir, dessen Eruptionen etwa 15 Minuten lang andauern, während welcher Zeit das schmutzige Wasser 5—12 Meter hoch emporgetrieben wird. Hierauf sinkt das Wasser im Trichter um circa 1·3 Meter und weist etwa 60° C. Temperatur auf. Nach etwa vierstündiger Pause steigt das Wasser höher an, seine Temperatur steigt bis auf 82·2° C. und beginnt zu wallen und zu sprudeln, bis endlich wieder die Steigerung zur Eruption erfolgt.

Nicht fern davon liegt der Riesenkochtopf (Giant-Caldron) oder der „Schlammvulcan", dessen circa 9 Meter weiter und wohl ebenso tiefer

Trichter mit einem dunkelgrauen Thonschlamm erfüllt ist, der mit gewaltigen Dampfentwicklungen und unter weithin vernehmbarem Brüllen in lebhaftem Brodeln und Spritzen begriffen ist, so als wollte er jetzt und jetzt den Brei in die Luft werfen, um ihn sofort wieder in den Trichterschlund hinabsinken zu lassen, bis es ihm endlich, wie bei einem gewaltigen Anlaufe, gelingt, den Schlamm thatsächlich hinauszuschleudern und zu zerstäuben. Die höchsten Bäume der Nachbarschaft tragen Spuren solcher Ausbrüche bis zu ihren höchsten Zweigen, bis zu mehr als 60 Meter Höhe. Auch der „Grotto“ oder Belching Spring (der „Rülpser“) zeigt ähnliche Vorgänge, doch wird hier krystallklares Wasser aus der grottenartigen Höhle herausgeworfen unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff. Die Wände der Höhle zeigen rothe und grüne Beschläge.[1])

Am See selbst, und zwar an der nach Westen gerichteten („Daumen“-) Bucht liegen kleine Quellen mit Kieselabsätzen: kleine Geysir. Einer der Kochbrunnen ist in den See hinein vorgeschoben und hat sich einen flachen Sinterkegel aufgebaut, aus dem das heisse Wasser in den See abfliesst. Auch kleine Schlamm-

---

[1]) Die Quellen am oberen Yellowstone, etwa 128 an der Zahl, zeigen Temperaturen bis zu 91·7° C. Im Seegebiete liegen 112 heisse Quellen mit Temperaturen bis zu 88·9° C., aber kein Geysir. Am Pelikan Creek nördlich und nordöstlich vom See kennt man 11 heisse Quellen und Schlammquellen, sowie 2 Geysir, darunter ein Schlammgeysir, der den Schlamm bis zu 25 Meter Höhe auswirft.

vulcane finden sich. Ihre kleinen konischen Krater, aus welchen Brei geworfen wird, haben ihrer grellrothen Farbe wegen zu der Bezeichnung Farbentöpfe („Painting pots“) Veranlassung gegeben.

Viel grossartiger sind, wie schon hervorgehoben, die Geysir und viel häufiger auch die heissen Quellen überhaupt im Westen, und zwar wieder ganz besonders im Gebiete des **Madison** oder **Fire Hole River.** Man unterscheidet ein unteres und oberes Geysirbecken des Madison. Das unter e Geysirbecken weist mehr als 690 Quellen nebst nicht weniger als 17 Geysirn auf, alle auf etwa 30—40 englischen Quadratmeilen = circa 100 Quadratkilometer und mehr als 2200 Meter hoch über dem Meere.

Erwähnt sei aus diesem Becken nur die grosse Fontaine, eine ebene, bis 36 Meter Durchmesser besitzende Kieselsinter- (Geyserit-) Decke oder Platte mit schön körneliger, wulstig aufgewölbter und wie zierlich gefranst erscheinender Ornamentirung, grosse unregelmässige Wassertümpel umfassend, aus welchen unregelmässig das heisse Wasser nach allen Seiten hinausgeschleudert wird. Es ereignet sich dies etwa zweimal innerhalb 24 Stunden und währt dann die Erscheinung bis gegen 45 Minuten. Ein mittlerer Strahl wird bis zu 10 Meter Höhe ausgeworfen. Ueber diese Geysirplatte hinüber nach Nordnordwest schauend erblickt man den spitz zu mehr als 7 Meter Höhe aufragenden alternden und im Verfall befindlichen Weissen Dom-Geysir, der wohl noch Dämpfe aushaucht, aber nur

wenig Wasser bis zu geringen Höhen (höchstens bis zu 4 Meter) auswirft.

Von den übrigen Geysirn dieses Gebietes wäre auch der noch weiter nördlich gelegene Fountain- oder Springbrunnen-Geysir anzuführen.

In einem 30—36 Meter weiten Teiche, erfüllt mit circa 71° C. heissem Wasser, erhebt sich die eigentliche Geysirfassung 6—9 Meter im Durchmesser. Reichliche Wasserdampfmassen steigen aus dem Teiche empor und in Pausen von mehreren Stunden wird in oft bis zu einer Stunde Dauer anhaltenden, krampfhaft zuckenden Wallungen das Wasser bis zu 3 Meter Höhe emporgehoben, aus der gelegentlich dann mit einem Male Strahlen bis zu 15 Meter hoch emporschiessen.

Aehnliche Wasserspiele zeigt der Jet- oder Strahlgeysir nahebei.

Zwischen diesem Geysirbecken und dem weitaus grossartigsten „oberen Geysirbecken“ liegt die Egeriagruppe oder Halbweggruppe mit dem gewaltigen Excelsior-Geysir und der „grossen Prismatic-Springquelle“. Ersterer ist eine über 100 Meter lange, mehr als 60 Meter breite und bis 6 Meter tiefe Grube mit verticalen Wänden, von unregelmässiger Umgrenzung, erfüllt mit tiefblauem Wasser von fast 80° C. Temperatur am Ausflusse, aus dem fort und fort Dampfballen aufsteigen.

Seine grossen Ausbrüche sind erst im Jahre 1880 von General Norris beobachtet worden, während Hayden und Peale nur obige Schilderung geben und

die Vermuthung aussprechen konnten, dass man es dabei nach den ausgedehnten Kieselsinterabsätzen mit einem Geysir mit langen Ruhepausen zu thun haben dürfte. Vom 27. September bis zum 7. October 1880 hatte er bei 65 Eruptionen, bei welchen immense Wassermassen 15 bis gegen 95 Meter hoch hinausgeschleudert wurden, so dass sie den Fire Hole-Fluss hoch anschwellen machten und Stege zerstörten. Wiederholt wurden auch grössere Steine mit in die Lüfte geschleudert. Erdbebenähnliche Erscheinungen begleiteten die Ausbrüche.

Die zweite Springquelle hat ihren Namen von den brillanten Farben des Wassers und den gelb- und rothgefärbten Rändern, womit diese zu den gewaltigsten Geysirn gehörige Quelle (bei 110 Meter weit) umsäumt ist. Das erstere, in der Mitte tiefblau, erscheint gegen die Ränder hin grau und in dem seichten Becken gelb und orangefarben.

Das obere Fire Hole-Becken umfasst auf 13 Quadratkilometer Fläche, also auf einem Gebiete kleiner als das innerhalb der Linien gelegene Wien, 440 heisse Quellen in 15 Gruppen mit 26 Geysirn.

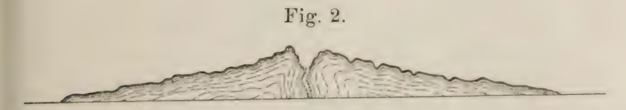
Fast ununterbrochen erfolgt Eruption auf Eruption, Wasser- und Schwefeldämpfe erfüllen die Atmosphäre und verhüllen wohl auch schleierartig den freien Ausblick. Der Fluss aber dampft nach grösseren Ausbrüchen.

Hier liegen die berühmtesten Geysir, und zwar besonders im Süden mannigfaltig in ihrer Erscheinung,

ihrem Bau und ihrer Thätigkeit. So der Alte Getreue (Old Faithful), die Riesin (Giantess), der Bienenkorb (Bee-Hive), der Thurm- (Castle-) Geysir, weiterhin aber der Grosse (Grand) Geysir, der Oblong-Geysir, der Riese (Giant), der Punschbowle-Geysir, der Pracht- (Splendit-) und der Grotten-Geysir.

Ohne Unterlass alle 50—70 Minuten thätig und dabei so regelmässig, dass sein Besuch ohne jede Gefahr ist, erhebt sich der Alte Getreue auf einem 3 Meter hohen Sinterdamme mit zierlichen Sinterschalen an den Abhängen. (Fig. 2.) Vor dem Ausbruche

Fig. 2.



Querschnitt durch den Kieselsinterhügel des „Alten Getreuen" (Old Faithful).

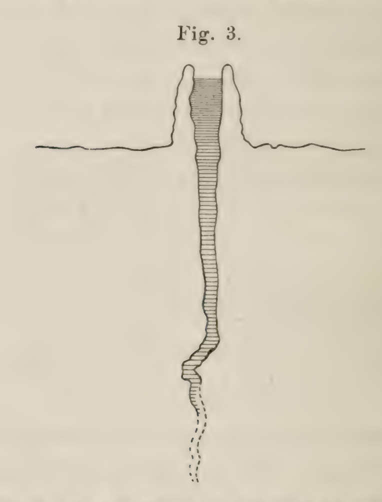
steigt die Wassertemperatur auf 93·3° C., Wasserstrahlen spritzen schussartig heraus, die immer häufiger und heftiger werdend mit einem von lautem Tosen begleiteten Auswurfe der Wassersäule bis zu 32 und 42 Meter Höhe das Maximum erreichen, worauf wieder schwache „Spritzstrahlen" den Ausbruch schliessen. Die Temperatur sinkt dabei auf 76·7° C.

Nahe am Flusse, auf dessen rechtem Ufer, liegt der treffend bezeichnete kleine Bienenkorb-Geysir, ein kaum meterhoher Kegel, der, unregelmässig thätig,

überraschend mächtige Strahlen bis zu 67 Meter Höhe emporschiesst. (Fig. 3.)

Die Riesin (Giantess) wieder hat keinerlei Kegelbau, eine unregelmässige, 7—10 Meter weite Oeffnung auf der Höhe eines 180 Meter im Durchmesser betragenden ganz flachen Sinterhügels ist die Mündung

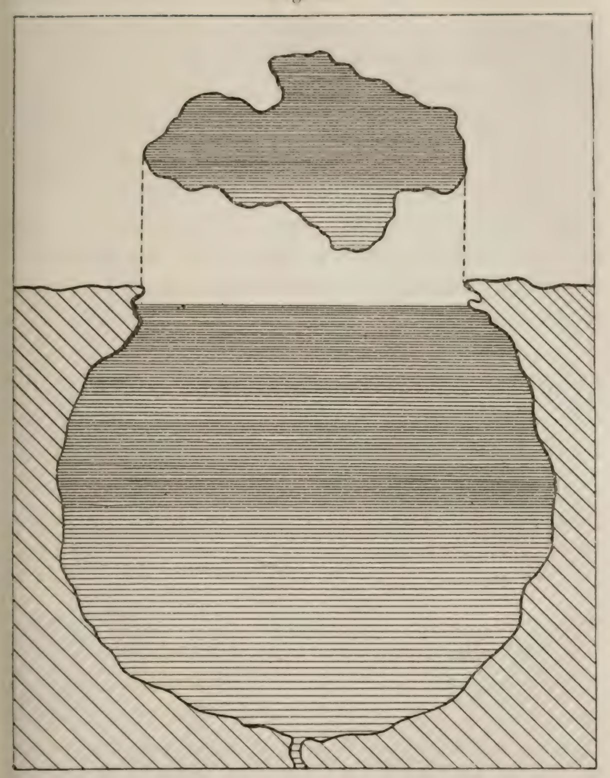
Fig. 3.



Querschnitt durch den Bienenkorb-Geysir (Bee-Hive-Geyser).

eines annähernd kugelförmigen Hohlraumes von fast 20 Meter Tiefe, der von blaugrünem klaren Wasser erfüllt ist, das in unaufhörlichem lauten Gurgeln und Wallen begriffen ist und oberflächlich in seiner Temperatur zwischen 63 und 93° C. schwankt. Ausbrüche erfolgen in unregelmässigen, oft längeren Zwischen-

Fig. 4.



Auswurfsöffnung und Querschnitt des Giantess-Geysir.

räumen, sind jedoch von überwältigender Grossartigkeit und erfolgen ohne weitere Vorboten. Langford hatte als der Erste das Glück, das gewaltige Schauspiel

zu sehen. Mit Schäumen und Wogen, kleine Strahlen heissen Wassers mit unglaublicher Gewalt und Schnelligkeit emporschickend, so dass den Beschauern kaum möglich war dem Verderben zu entfliehen, wurde eine immense Masse Wasser, eine Säule von etwa 18 Meter Höhe bildend, emporgeschleudert, kleine Strahlen aber schossen bis gegen 80 Meter Höhe empor. 20 Minuten lang währte dieses grossartige Schauspiel. Peale dagegen hielt sich 1878 mehrere Tage am Giantess-Geysir auf, ohne dass es über das Wallen und Quirlen hinausgegangen wäre. (Fig. 4.)

Am linken Ufer baut sich der imposanteste Geysirkrater des ganzen Parks auf, der von Langford (1870) Castle-Geysir genannt wurde, da er einer alten Burg ähnlich sei. Nach den vorliegenden Abbildungen gleicht er einem im Verfall befindlichen Rundthurme, und Peale meint, er schaue dem Thurme eines Monitor-Panzerschiffes am ähnlichsten. Auf einem über 13 Meter hohen und etwa 140 Are bedeckenden Hügel aus weissem und grauem Sinter, und zwar über einer aus blättrigem Kieselsinter bestehenden Plattform, erhebt sich die fast 4 Meter hohe und an der Basis bei 36 Meter weite Geysirröhre, deren obere kreisrunde Oeffnung nur etwa 1 Meter weit ist. Seine Thätigkeit besteht in einem fortwährenden Dampfen, während bei den mit lautem Tosen und Brüllen beginnenden Eruptionen das Wasser nur in mässige Höhe (selten über 30 Meter hoch) emporgeworfen wird.

Fig. 5.

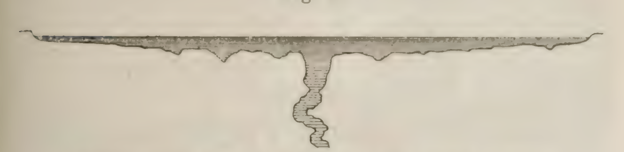


Grand-Geysir in Action (1878).



Wie ganz anders wieder verhält sich der am rechten Ufer gelegene Grosse (Grand-) Geysir im Norden des soeben genannten. Ohne einen Kegel oder Krater zu besitzen, also ähnlich dem Giantess-Geysir, gehört er durch seine gewaltigen Ausbrüche zu den hervorragendsten Springquellen des Parkes (Fig. 6). Sein Becken, circa 16 Meter im Durchmesser, hat kaum 1/3 Meter Tiefe und ist an der Mündung der Geysirröhre bedeckt

Fig. 6.



Querschnitt durch das Becken des Grand-Geysir.

mit runden kissenartigen Höckern, zwischen welchen in grösseren Zwischenräumen (24—26 Stunden) die Ausbrüche erfolgen, wobei die immense Hauptwassersäule bis zu 60 Meter Höhe emporsteigt, während auch hier zwischen den Wassermassen und den Dampfwolken raketenartig zahlreiche kleinere Strahlen hindurchschiessen, was ein herrliches Schauspiel gewähren mag. (Fig. 5.)

Noch seien in Kürze besprochen:

Der Riese (Giant), am linken Ufer gelegen, erhebt seine an der einen Seite eingebrochene dunkelfarbige Kegelröhre fast 3 Meter hoch über die weite flache Geyseritdecke. (Fig. 7.) Tage lang ruht er, dann

aber tritt, in der Regel am vierten Tage, eine lang währende (bis $3^1/_2$ stündige) Eruption ein, wobei die Wassersäule 10 bis über 40 Meter hoch emporgetrieben wird. Manche Besucher haben ganz vergeblich auf seine Eruption gewartet, während der Junge Getreue (Young Faithful-Geyser) nahebei fast ununterbrochen thätig ist.

Fig. 7.



Die Sinterkegelröhre des Giant-Geysir.

Ein ganz anderes Aussehen besitzt der Grotten- (Grotto-) Geysir. Zwei unregelmässig rundliche Hügel liegen nahe bei einander. Der eine ist $2^1/_2$, der zweite etwa 2 Meter hoch. Der erstere besitzt an seinen Seiten weite, rundbogenartig umgrenzte, innen perlmutterartig glänzende („Perlengrotte") Höhlen, die, $^2/_3$—2 Meter weit, eine Tiefe gegen 6 Meter

besitzen. Abwechselnd schiessen jetzt aus dem einen, dann aus dem zweiten Hügel die Wasserstrahlen und Dampfwolken in die Höhe, fahren aber auch in geringerer Stärke bei den seitlichen Oeffnungen heraus.

Ein wieder anderes Aussehen besitzt der Punschbowle-Geysir, der durch seine gekräuselte, freilich kaum 1/2 Meter über die Kieselsinterdecke aufragende Umrandung auffällt. Er liegt im Westen vom Grottengeysir weit oben in einem Seitenthale.

Auch des Trillingbeckens der Drei Krater-Springquelle, durch Verschmelzung dreier mit Geyseritkrausen umfassten Randbecken entstanden, muss als einer eigenthümlichen Erscheinungsform gedacht werden. Es liegt weit oben am Fire Hole River.

Abseits liegen am mittleren Quelllaufe des Madison (Iron Spring Creek) die Emeraldquellen. Hier liegt das flache „grosse heisse Becken“, erfüllt von einem auf etwa 87° C. erhitzten, lebhaft dampfenden Wasser. Auch der in einem schwarzen Obsidiansand eingebettete Blacksand-Geysir mit seinem herrlich blaugrünen Wasser sei erwähnt.

Ausser den besprochenen Geysirbecken am Yellowstone und Madison River sind noch jene im Quellgebiete des **Shoshone (Snake) River** zu erwähnen. Ein kleines Geysirbecken finden wir an der westlichen Bucht des Shoshone-Sees. Auf einem Raume von nicht ganz 5 Quadratkilometern liegen nicht weniger als 356 heisse Quellen mit Temperaturen bis zu 98·33° C., darunter 8 Geysir, deren Ausbrüche beobachtet wurden.

Davon sei der Union-Geysir erwähnt, der drei kleine Kraterhügel besitzt, die in Färbung und Grösse verschieden sind, aber gleichzeitig in Action treten, wie Peale z. B. am 21. August 1878 zu beobachten Gelegenheit hatte: aus dem mittleren Kegel stieg das Wasser bis zu 35 Meter, aus dem unmittelbar benachbarten kleinen bis über 18 Meter, aus dem nördlichen fast 17 Meter hoch. Der erstere blieb 5, der zweite 10, der dritte Kegel 30 Secunden thätig.

Geradezu unermüdlich ist der Minute Man-Geysir, dessen wenig über 1 Meter hoher, grau, röthlichgelb und weiss gefärbter, aus kugeligen Massen bestehender Krater von einer überaus zierlich geperlten Sinterzone umgeben ist und in kurzen Intervallen ($^1/_2$—$3^1/_2$ Minuten) Wasser bis zu 7 Meter Höhe emporschleudert.

Schöne Perlenornamente zeigen die Quellenabsätze vieler heisser Quellen dieses Gebietes. Eine der auffallendsten Bildungen aber repräsentirt die Oeffnung der „Brown Sponge Spring“. Sie ist begrenzt von grossen, rundlichen, dunkelbraunen, schwammartigen Massen. Das Wasser der Höhle, bis zu 88^0 C. warm, steigt und fällt in ungleichen Intervallen.

Unterhalb des Beckens am Shoshone-See liegen am **Lewis-See** und am Snake River (Schlangenfluss) mehrere heisse Quellen. Das letzte Geysirgebiet endlich liegt am Nordostende des Heart Lake mit 149 heissen Quellen, darunter 4 weniger bekannten Geysirn.

Der schönste ist der Deluge-Geysir, dessen überaus unregelmässiges Becken auf das Zierlichste mit krausenartigen Sinterbildungen umsäumt ist. (Fig. 8.)

Unterhalb liegt eine grössere Anzahl von heissen Quellen an einer wohlausgeprägten Spalte von etwa 100 Meter Länge („Fissure Springs").

Fig. 8.



Sinterkranz des Deluge-Geysir.

Alle bis nun im westlichen Quellengebiete besprochenen Quellenbildungen sind durch Kieselsinterabsätze charakterisirt. Ganz anders die nun zu besprechenden.

Eine der grössten Sehenswürdigkeiten des Nationalparkes sind die **Mammuthterrassen** oder die Quellen am Weissen Berge (White Mountain). Vom Hauptquartier (Heat Quarters) des Superintendenten

des Parkes aus, am Ende der Zweigbahn gelegen, erblickt man südwärts schauend am besten die mit Terrassen bedeckten Abhänge des Weissen Berges. Stufe über Stufe gelegen, zieht sich die der Hauptsache nach aus Kalksinter bestehende Quellenbildung den Abhang hinan und dann etwa $1^1/_2$ Kilometer weit nach Südwest in einem schmalen (etwa 500 Meter breiten) Thale hin. Der Untergrund besteht aus Sandsteinen und Schiefern der Kreide- und der Juraformation. Die letzteren dürften auf Kalken der Steinkohlenformation auflagern und auf diese wird das in den Quellen zu Tage tretende gelöste Calciumcarbonat zurückzuführen sein. Diese Absätze bilden sich, wie Versuche dargethan haben, zuweilen recht schnell und sollen unter günstigen Umständen bis zu $^1/_{16}$ Zoll (= 1·6 Millimeter) während vier Tagen mächtig werden. Auch in diesen Quellen lässt man Blumen und Spielereien übersintern wie im Karlsbader Sprudel. Das Material wird direct als Travertin (Lapis Tiburtinus von Tivoli bei Rom) bezeichnet. Nach den chemischen Analysen weist der Quellenabsatz jedoch (nach Endlich) ausser Kalkerde (CaO 57·7 $^0/_0$) und Kohlensäure (CO_2 30·35 $^0/_0$) noch Kieselsäure (SiO_2 3·32 $^0/_0$), Eisenoxyd (Fe_2O_3 3·62 $^0/_0$), Thonerde (Al_2O_3 3·31 $^0/_0$) und Wasser (1·75 $^0/_0$) auf. Diese Absätze bedecken, wenn die alten Sinterdecken mitgerechnet werden, einen Flächenraum von fast 8 Quadratkilometern. Das von den Quellen eingenommene Terrain beträgt etwa 68 Hektare (680.000 Quadratmeter) und liegen die obersten Quellen etwa 300 Meter

Fig. 9.



Ein Theil der Kalksinterterrassen der Mammuthquellen.
(Nach A. C. Peale.)

Fig. 10.



Die Kalksinterterrassen der Quellen von Hierapolis.
(Pambuk-Kalessi.)
Nach einer Original-Photographie.



hoch über dem Spiegel des Gardiner River. Im Ganzen zählt man auf dem Quellenterrain 52 Quellen, deren Temperaturen zwischen 30° C. (nur 2 Quellen sind weniger warm: 28° und 17° C.) und 74° C. liegen. Die berühmteste ist die Cleopatraquelle mit 67·8° C. Es ist die Quelle, deren Kalksinterterrassen von der erwähnten Stelle aus vor Allem in die Augen fallen. Sie liegt auf der Höhe einer etwa 12 Meter hohen Sintermasse. Ihr lichtblau gefärbtes klares Wasser erfüllt ein grosses weisses Sinterbecken mit gelblichrothen Rändern. Es fällt über eine 2½ Meter hohe, mit Staktiten wie mit Fransen behängte Wand, um dann weiter unten in weisse, rothe und gelbe flache Wannen zu gelangen. Die abfliessenden Wassermassen sind verhältnissmässig gering und am Fusse der Terrassen ist kaum mehr etwas davon zu bemerken.

Die Terrassen selbst zu beschreiben ist kaum möglich, ein Blick auf das Bild sagt mehr, als alle Worte vermöchten. (Fig. 9.)

Unter der Cleopatramasse liegt, auf derselben Seite (Norden), 8 Meter tiefer, unterhalb vieler alter Terrassen eine zweite Quelle mit Terrassen und 24 Meter tiefer, über die flachen Sinterdecken fast 14 Meter hoch aufragend, erhebt sich eine der auffallendsten Bildungen, ein alter Sinterbau, aus übereinandergestülpten Sinterdüten bestehend: die Freiheitsmütze (Liberty Cap).

Grössere Quellbecken gibt es ausser der Cleopatraquelle noch mehrere, so auch die Hauptquelle

(Main Spring). Auch eine Schwefelquelle ist vorhanden.

Sehr schöne Terrassen mit Wasserbassins liegen zwischen der Cleopatra- und der Mainquelle. Reizende röthliche und röthlichgraue, flache, unregelmässig geformte Becken von 50 Centimeter bis 5 und 6 Meter Durchmesser, von 15 bis 30 und mehr Centimeter Tiefe liegen hier etwa 30 Meter über der Cleopatraquelle.

Zu den schönsten Sinterbildungen gehört die „Kanzel“ (Pulpit) genannte Masse, welche unterhalb gegen eine primitive Badeanstalt hin, gelegen ist. Auch über der Hauptquelle erheben sich noch weitere Terrassen (im Ganzen wurden deren 14 unterschieden). Auf der Höhe des Weissen Berges sind mehrfach Anzeichen der früheren Existenz von Geysirn angedeutet in der Form von unregelmässigen flachen, an Dolinen erinnernden Höhlen, von Spalten und von Geysirhügeln.

Die Terrassen der Mammuthquellen und vor Allem diejenigen der Cleopatraquelle erinnern in ihrer Erscheinung lebhaft an die mit Recht so viel bewunderten neuseeländischen Sinterterrassen am Rotomahana.

Ein grosser Unterschied besteht trotz der formalen Aehnlichkeit in der Natur des Sinters. Während die Mammuthterrassen, wie wir gehört haben, aus Kalksinter bestehen, waren die neuseeländischen aus echtem Geyserit (Kieselsinter) aufgebaut. Das wahre Gegenstück zu den Mammuthterrassen dürften thatsächlich die Quellenterrassen von Hierapolis (Pambuk-Kalessi

= „das Baumwollenschloss“, nach dem flockenartigen Aussehen des Travertins so genannt) in Kleinasien sein (etwa 190 Kilometer ostsüdöstlich von Smyrna gelegen). Wenn man von Smyrna kommt, so glaubt man aus der Ferne einen ungeheuren Wasserfall von 100 Meter Höhe und 4 Kilometer Breite vor sich zu sehen. Ein breiter Plateauabhang ist mit weissen terrassenbildenden Sinterkrusten bedeckt, die mit einem gefrorenen Wasserfall verglichen werden.

Auch Becken kommen vor, mit Stalaktitenfransen behängt. Gelblich, rothbraun, violett gefärbte, ja zum Theil wie geadert aussehende finden sich, gefüllt mit klarem Wasser. Die höchste Temperatur soll hier bis 80° C. steigen.[1])

Einem meiner früheren Zuhörer, Herrn Dr. Halil Edhem Bey, Vice-Director der kaiserlichen Fabriken in Constantinopel, verdanke ich instructive Sinterproben und zwei wohlgelungene Original-Photographien, welche die Uebereinstimmungen in der Ausbildungsform der Terrassen auf das Beste illustriren. (Fig. 10.)

Bei Durchsicht der Angaben über die zu verschiedenen Zeiten an denselben Objecten gemachten Wahrnehmungen fällt die Variabilität in den Erscheinungen und Vorgängen an vielen derselben sofort auf. Es spricht dies für die Annahme localer Veränderungen

---

[1]) Auch in Nordafrika in der Provinz Constantine und in Algier kommen heisse Quellen (bis zu 95° C.) vor, deren Absätze aus Kalkcarbonat bestehen, gebändert und als Onyxmarmor bekannt sind.

in den Quellenzügen. Vielfach begegnen wir Geysirabsätzen an Orten, wo heute die Geysirthätigkeit erloschen oder in Abnahme begriffen ist, während wieder anderseits Zunahme der Intensität zu verzeichnen ist. Es sei auf die vielen Geysirlöcher und Sinterkegel und auf die grossen alten Terrassen der Mammuthquellen hingewiesen, oder auf die Soda-Butte am gleichnamigen Zuflusse des östlichen Yellowstone-Quelllaufes (East Fork), oder den schönen Kegel des „Weissen Kuppel-Geysirs“ im unteren Geysirbecken des Fire Hole River.

Nachdem wir so die verschiedenen Erscheinungsformen in dem Wunderlande des Westens in ihren Typen kennen gelernt haben, handelt es sich um die Anstellung vergleichender Betrachtungen vor Allem über das Geysirphänomen, das unter allen Merkwürdigkeiten des Nationalparkes gewiss das auffallendste und in seiner vielfachen Entwicklung das interessanteste ist.

Heisse Quellen und Kochbrunnen gehören zu den über die ganze Erde verbreiteten Erscheinungen. Ihr Vorkommen ist, wie jenes der heissen Schlammquellen oder heissen Schlammvulcane und jenes der Dampfquellen, seien es nun einfache Wasserdampfquellen (Fumarolen) oder Schwefelwasserstoff, schwefelige Säure und Wasserdampf aushauchende Dampfquellen oder Solfataren, förmlich an vulcanische Gebiete gebunden. Auch die Kohlensäure-Exhalationen, Mofetten, treten hauptsächlich in vulcanischen Gegenden auf. Ganz besonders ist dies aber bei den inter-

mittirenden oder periodischen Springquellen, den Geysirn, der Fall, die jedoch nur auf wenigere Gebiete beschränkt sind.[1]) Solche finden sich, wie allbekannt, vor Allem auf Island, wo das Geysirphänomen zuerst bewundert und studirt worden ist, und auf Neu-Seeland.

Auf Island finden sich heisse Schwefelschlammquellen im nordöstlichen Theile, östlich vom See Myvatn, „dem gelobten Lande der Vulcane“, wie A. Helland sagt: Hlídar námur (Námur = Solfatare) genannt. Es sind wahre kochende Schlammquellen, analog jenen des Yellowstone-Gebietes, die ganz dasselbe Spiel: ein

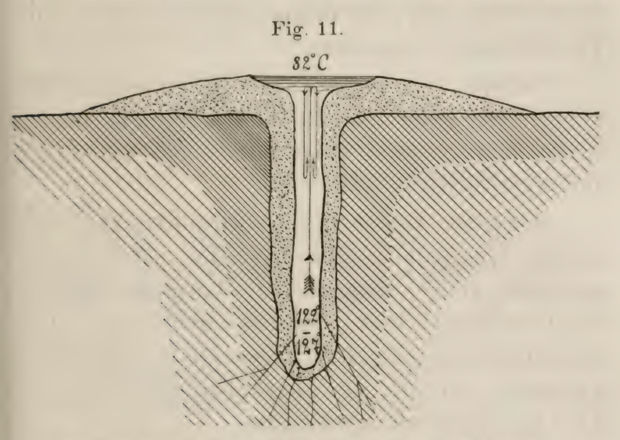
[1]) Ausser dem Vorkommen im Nationalpark sind intermittirende Kochbrunnen in Amerika noch an mehreren Punkten bekannt: in Californien (z. B. im Devils Cañon nördlich von San Francisco) und in Nevada (z. B. in der Virginia Range). Auf den Aleuten sind mehrere Quellen mit kochendem Wasser bekannt. Auch der kochende See auf San Domingo zeigt geysirähnliche Erscheinungen. In Europa wird nur eine Quelle mit kochendem Wasser auf Negroponte (Dipso oder Edipsos) angegeben. Die grosse Calderra auf San Miguel ist eine über 1 Meter hoch aufwallende Kochquelle mit Kieselsinterabsätzen. Echte Geysir finden sich auch in Tibet in der Nähe des Tengri Nor, in etwa 5000 Meter Höhe, von wo Montgomerie (1871) Springquellen beschreibt, die ihre Wasserstrahlen bis zu 16 Meter Höhe emporschleudern und Kieselsinter absetzen. Ihre höchste Temperatur beträgt fast 84° C. (Siedepunkt des Wassers daselbst 84° C.) — Kochbrunnen werden endlich auch von Japan, Formosa und von den ostindischen Inseln angegeben. Echte Geysirquellen aber scheinen daselbst nur auf Batachian (Molukken) und auf Celebes vorzukommen.

Sprudeln und Spritzen und förmliche Schlammspringbrunnen bilden. 25 Kilometer südlich davon liegen die Fremri námur. Auch auf der Askja im Südwesten davon und auf der südwestlichsten Halbinsel Islands bei Krisuvík liegen solche (bis 94 ^{0} C. heiss). Aber auch das wichtigste Gebiet der heissen Quellen und Geysir liegt im Südwesten der Insel, im Ostsüdosten und Nordosten von Reykjavík. (Es sind die Hveravellir im Norden, die Kochbrunnen bei Keykholt und Staffholt in der Nähe der Hvita und die beiden Geysirgebiete im Haukadal und bei Reykir [Oelfus].) Im letzteren, dem südlichsten dieser Reihe, liegt der Kleine Geysir (Litli Geysir), der, früher fast stündlich thätig, jetzt nur in stetem Kochen und Tosen begriffen ist und das Wasser nur zu unbeträchtlichen Höhen emporwirft. Auch heisse Schlammquellen finden sich hier.

Im Haukadalur liegt der weltberühmte Grosse Geysir und der Strokkur. Der erstere liegt am östlichen Abhange eines kleinen Berges, auf einem sanft geböschten (8—10^{0}) Kieselsinterhügel von 70 Meter Durchmesser und 10 Meter Höhe mit rauher Aussenfläche (die Einen finden sie mit der Aussenseite einer Auster, Andere mit Blumenkohl zu vergleichen), während das auf der Höhe des Hügels befindliche Quellbecken, das einen Durchmesser von etwa 15 Meter und bei 2 Meter Tiefe hat, vollkommen glatt, wie weiss glasirt erscheint, und in dessen Mitte eine bei 3 Meter weite Röhre brunnenschachtartig bis zu einer Tiefe von 23·5 Meter vertical hinabreicht. Das Becken ist mit

seegrünem Wasser erfüllt, das oberflächlich 76—86° C. heiss ist, in grösserer Tiefe aber zunehmende Temperatur zeigt bis zu 122°, ja selbst 127·7° C. (Fig. 11.) Diese Beobachtung erklärt auch die ganze Erscheinung. Das in der Tiefe überhitzte Wasser steht unter dem Drucke der unter dem Siedepunkt temperirten oberen Wassersäule. Sobald dieser Druck überwunden werden kann,

Fig. 11.



Querschnitt durch den Grossen Geysir auf Island.

beginnt in der Tiefe die Dampfbildung, die zuerst unter einem wie unterdrückten Gebrüll ein Wallen, dann ein ruckweises Ansteigen der ungeheuren Wassermasse von etwa 3 Meter Durchmesser zuerst bis zu 3—4 Meter Höhe, dann mit einem Male unter lautem Donnern und heftigem Beben auf etwa 10, dann bei weiteren Stössen bis über 30 Meter Höhe, wobei ungeheure

Dampfwolken ausgestossen werden, zur Folge hat. Die letzte Phase des Hochanstieges und wieder ruckweisen Zusammensinkens währt bei 10 Minuten. Nach der Eruption ist das Wasser in der Röhre tief unten zu sehen, und es währt einige Zeit, bis Röhre und Becken sich wieder füllen. Die Eruptionen folgen in ungleichen Pausen alle 24—30 Stunden. Die Energie des Grossen Geysirs wurde mit einer Dampfmaschine von 600—700 Pferdekräften[1]) verglichen.

Nahebei liegt der Strokkur (Butterfass), der in kürzeren Pausen thätig ist und sich durch Verstopfen seiner Röhre mittelst Rasenstücken und Erdbrocken zur Eruption reizen lässt.

Der Kleine Geysir und der Kleine Strokkur sind weitere Springquellen dieses Gebietes, auf dem man ausserdem bei 50 kochende und dampfende Quellen und Lehmtümpeln dicht beisammen zählen kann. Von diesen Quellen ist die „Blesi" genannte am bemerkenswerthesten, weil sie vor dem grossen Erdbeben von 1789 Geysirerscheinungen zeigte.

Von den isländischen Geysirn nahmen auch die Erklärungsversuche des Geysirphänomens ihren Ausgang. Nach der einen von Mac Kenzie (1811) aufgestellten und ganz ähnlich auch von Krug v. Nidda und Gustav Bischof (1833 und 1837) angenommenen Ansicht

---

[1]) Unter einer Pferdekraft versteht man die Kraft, welche aufgewendet werden muss, um 75 Kilogramm in einer Secunde 1 Meter hoch zu heben.

hätten wir Hohlräume in der Tiefe anzunehmen, welche mit Wasser gefüllt und durch überhitzte Dampfzuströmungen von untenher erhitzt werden. Sobald die Dampfspannung den Druck der in der Geysirröhre stehenden Wassersäule überwunden und Gasausströmungen durch die Röhre möglich werden, müsse ein Hinaustreiben des Wassers eintreten.

Baring Gould (1863) versuchte neuerlich diese Theorie wieder zu beleben, indem er in einem mit Wasser gefüllten Versuchsrohre den Hohlraum einfach durch ein unter einem Winkel von 110° von der verticalen Röhre abgebogenes Rohrstück ersetzte. Dieses Rohrstück erhitzte er nun und erzielte energischen Wasserauswurf.

Th. B. Comstock hat (1873) den Mac Kenzie-Bischof'schen Höhlenraum mit einer höher gelegenen zweiten wassergefüllten Höhle verbinden zu sollen geglaubt.

Bunsen's um das Jahr 1840 aufgestellte Theorie, welche die intermittirende Thätigkeit auf das Schönste zu erklären vermag, beruht auf der Beobachtung der Temperaturzunahme mit der Tiefe, wie sie schon oben erwähnt wurde. Durch die stete Wärmezufuhr wird endlich der Druck der belastenden Wassersäule in der Tiefe überwunden und dieselbe wiederholt aus der Röhre in die Luft hinausgetrieben. Dadurch erfolgt aber Abkühlung des Wassers und somit wieder Unterbrechung der Eruptionserscheinung. J. H. J. Müller in Freiburg hat Bunsen's Theorie durch das Experiment

bestätigt, indem er eine mit Wasser gefüllte Röhre unten und um die Entlastung der überhitzten, aber unter dem Drucke der ganzen oberen Wassersäule stehenden und an der Dampfbildung dadurch gehinderten Wassermassen zu erreichen, an einer zweiten Stelle der Röhre erhitzte. Das Spiel des überhitzten Wassers in dieser Röhre wiederholt die Erscheinungen in der Natur, wo, wie gesagt, die von unten und von den Seiten zuströmenden überheissen Wässer die Erhitzung bewirken, auf das Beste.

Die Modificationen der Erscheinungen an demselben Geysir im Laufe der Zeit sind mit Rücksicht auf die Veränderungen in den die Wasserdämpfe oder überhitztes Wasser zuführenden Canälen (durch Incrustationen können sie verengt und wohl auch geschlossen werden) zu erklären. Tiefergehende Veränderungen werden die in Geysirgebieten so häufigen Erschütterungen hervorbringen können.

Die Mannigfaltigkeit in den Vorgängen an den verschiedenen Geysirn desselben Gebietes aber wird aus der Verschiedenheit der Dimensionen der Quellenrohre und der unterirdischen Hohlräume ihre leichte Erklärung finden. Ein verticales gleichweites Rohr wie am grossen Geysir (Fig. 11) oder ein nach unten sich verjüngendes wie beim Strokkur im Haukadalur auf Island oder beim Bienenkorb-Geysir werden andere Erscheinungen bedingen als das vielfach gebogene Rohr, wie es für den Grand Geysir (Fig. 6) oder den Old Faithful (Fig. 2) am oberen Fire Hole

River angenommen wird, und wieder andere Erscheinungen werden die grossen, unregelmässig hohlkugelähnlichen Beckenräume des Union-Geysirs oder der Riesin (Giantess-Geysir [Fig. 4]) bedingen. Diese Verschiedenheit der Erscheinungen lässt sich auch durch kleine Modificationen, z. B. an den Versuchsröhren vorführen. Während bei Anwendung flacher Becken ein säulenförmiges Aufspringen des Wassers und ein raketenähnliches Ausgeworfenwerden einzelner Strahlen und Tropfen eintritt, zeigt sich bei einem engeren, etwa halbkugeligen Becken ein hochgehendes Wallen und werden kegelförmige Wasserkörper emporgehoben. —

Doch lassen Sie uns unsere Vergleiche fortsetzen.

Das zweite Gebiet, über dessen heisse Quellen, Terrassenbildungen und Kochbrunnen wir auf das Genaueste unterrichtet sind und über das vor Allem unser unvergesslicher Präsident Ferdinand v. Hochstetter begeisterte Schilderungen gegeben hat, liegt auf der Nordinsel von Neu-Seeland, im sogenannten Seedistrict, etwa 50—60 Kilometer von der Küste der Bai des Ueberflusses (Bay of Plenty) entfernt. In den letzten Jahrzehnten das bequem auf guten Strassen zu erreichende Ziel vieler Touristen, für deren Aufnahme Hôtels erbaut worden waren, während die früheren Besucher und so auch v. Hochstetter auf der kleinen Insel Puai, einem nicht ganz 3 Hektar grossen, etwa 4 Meter über das 30—40° C. warme Wasser des Rotomahana (oder des „warmen Sees") aufragenden Eilande,

in einfachen Hütten ihren Aufenthalt nahmen, auf einem wahrhaft unheimlichen Boden. „Ringsum“, sagt Hochstetter, „hört man es fortwährend sausen und brausen, zischen und kochen und der ganze Boden ist warm. In der ersten Nacht fuhr ich erschreckt auf, weil es in der Hütte auf dem Boden, wo ich lag, von unten her so warm wurde, dass ich es nicht mehr ertragen konnte. Ich untersuchte die Sache, stiess mit einem Stocke ein Loch in den weichen Boden und steckte das Thermometer hinein. Es stieg augenblicklich auf Siedhitze, und als ich es wieder herauszog, da strömte heisser Wasserdampf zischend hervor, so dass ich das Loch eiligst wieder verstopfte.“ Man lag und schlief auf einem schlummernden Vulcan.

Vor Allem in der im Allgemeinen öden und landschaftlich wenig ansprechenden Umgebung des nur 1·6 Kilometer langen warmen Sees liegen alle die verschiedenartigen Quellenbildungen. Allenthalben steigen an den Ufern Dampfwolken auf und verrathen von Weitem schon die Natur dieses Gebietes. Wohl 25 grössere heisse Quellen konnte man an dem See zählen, die Zahl der kleineren liess sich nicht einmal schätzen.

Geysirähnliche Koch- und Sprudelquellen, von den Neuseeländern Puias genannt, gibt es einige, so den grossen und kleinen Ngahapu-Sprudel, südlich von der grossen Terrassenquelle Tetarata. Das Wasser des 15 Meter langen und 10 Meter breiten Beckens des grossen Sprudels ist in fast immerwährender furchtbarer Aufregung „nur kurze Momente, wenige Secunden

Fig. 12.



Der Rotomahana-See und die Tetarata (Weisse Terrasse).

Nach einer Photographie.



lang, ist es ruhig im Kessel, dann wallt es wieder auf, das Wasser wird bis 3 Meter in die Höhe geworfen und eine schäumende Brandung von kochend heissen Wellen stürmt an die Bassinränder, so dass man scheu zurücktritt". Bestimmtere Geysircharaktere zeigt die Te Takapoquelle mit einem Becken von 3 Meter Durchmesser. Hier kommt es von Zeit zu Zeit zu Auswürfen bis zu 10 und 15 Meter Höhe. Es gibt hier aber auch kochende Schlammquellen und Schlammvulcane z. B. in der Schlucht Wackanapanapa, wo mit dumpfem Geräusche heisser Schlamm ausgeworfen wird, Solfataren, wie z. B. am Westufer des Sees, wo am Fusse der sogleich zu besprechenden Terrassenquelle Otukapuarangi „ein wahrer Schwefelpfuhl" liegt, wie v. Hochstetter sagt, aber auch Dampfquellen wie die Karapiti, aus deren trichterförmigem Loche mit lautem Zischen und Brausen ein heisser Wasserdampfstrahl mit solcher Gewalt herausfährt, „dass leichte Gegenstände, Zweige, Farnbüschel u. dgl., die man in den Trichter wirft, bis 10 Meter in die Luft geschleudert werden".

Das merkwürdigste und geradezu einzig auf der Erde dastehende Phänomen aber bildeten die Kieselsinterterrassen am Rotomahana, deren formale Aehnlichkeit mit den Terrassen der Mammuthquellen des Nationalparkes schon betont wurde. (Fig. 12.)

Am Nordostende des Sees, nahe dessen Ausflusse nach dem Taramerasee hin, lag etwa 36 Meter über dem See das nach dem See hin mit einer Bresche versehene gewaltige Becken (33 Meter lang, 20 Meter

breit) der Tetarata-Sprudelquelle, von der sich in fast unzählbaren Stufen die weissen Kieselsinterterrassen nach dem See hinabziehen, vergleichbar etwa einem plötzlich zu Stein erstarrten Wassersturze. Jede Stufe hat einen niederen erhabenen Rand, von welchem zarte Tropfsteinbildungen herabhängen, und eine bald schmälere, bald breitere Plattform, welche Wasserbecken von verschiedener Grösse umschliesst, wahre natürliche Badebassins in allen Dimensionen, seicht und tief, gross und klein, gefüllt mit Wasser von den verschiedensten Temperaturen, abnehmend von oben nach unten. (Fig. 13.)

Das Wasser des schneeweissen Quellbeckens erscheint von schöner Bläue, es zeigt am Rande 84 ^{0} C. und ist in der Mitte in stetem heftigen Aufwallen.

Bemerkenswerth ist die Angabe v. Hochstetter's, dass nach Aussage der Eingeborenen bisweilen plötzlich die ganze Wassermasse des Hauptbassins mit ungeheurer Gewalt ausgeworfen werde. Für gewöhnlich aber fliesse nur wenig Wasser über die Terrassen.

Am westlichen Ufer lag die Otukapuarangi (d. h. „die wolkige Atmosphäre“), eine Terrassenquelle, die von den Engländern ihrer unvergleichlichen lichtrosenrothen Farbe wegen die Pink-Terrasse genannt wurde. Dem Quellsprudel entstiegen fortwährend „mächtige weisse Wolken von Wasserdampf weithin sichtbar, hoch in die Lüfte“.

„Hat man die Terrassen erstiegen, so betritt man etwa 20 Meter über der Seefläche eine ebenfalls von

Kieselsinter gebildete Plattform, die gegen 100 Schritte lang und breit ist und zierliche 1—2 Meter tiefe Bassins voll durchsichtigen, himmelblau schimmernden Wassers mit einer Temperatur von 30—40° C. trägt.

Fig. 13.



Eine Partie der Kieselsinterterrassen der Tetarata.
(Nach einer Photographie.)

Im Hintergrunde aber, von halbnackten in den verschiedensten Farben, roth, weiss, gelb spielenden Felswänden umgeben, liegt wie in einem Krater das grosse Quellbecken, 15—25 Meter im Durchmesser und wahrscheinlich sehr tief. Ich traf den tiefblauen Wasserspiegel ziemlich ruhig, aber trotzdem mächtige Dampfwolken aushauchend. Das Wasser hatte eine Temperatur

von 80° C." So schildert v. Hochstetter dieses reizendste aller Quellgebilde. — —

Und beide diese Wunderterrassen mit allen ihren Schönheiten sind heute nicht mehr! [1])

In der Nacht vom 9. auf den 10. Juni 1886 wurden, durch einen grossen vulcanischen Ausbruch im Bereiche des Seengebietes, das Land auf weite Erstreckung hin verwüstet und beide Terrassen zerstört.

Schon v. Hochstetter hat wiederholt auf die Lage des Rotomahana auf einer 225 Kilometer langen, von Nordost nach Südwest verlaufenden, von dem

---

[1]) Den nachfolgenden Darstellungen liegen auf Grund von Originalnachrichten gearbeitete Mittheilungen zu Grunde, und zwar:

1. von G. v. Rath: Neues Jahrbuch für Min. Geol. u. Pal. 1886, II. Th., S. 101–111;

2. von Just. Roth: „Ueber einen vulkanischen Ausbruch in Nord-Neuseeland". Sitzungsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften, 21. October 1886 (nach „Supplement to the Auckland Evening Star 19. Juni 1886");

3. Dr. Hector: The recent Vulcanic Eruptions. Preliminary Report, vorgelegt den beiden Häusern vom 23. Juni 1886.

4. Percy Smith: Vulcanic Eruption at Tarawera, New Zealand. Proceed. of the Royal Geographical Society, December 1886. — Ausserdem liegen noch folgende Mittheilungen vor:

5. Etherridge: Geol. Magazine, December 1886, III. Bd., S. 398;

6. Geikie: Nature, 1886, XXXIV. Bd., S. 320. (Man vergleiche ebend. S. 301.)

7. Hayden: Science 1886, VIII. Bd., S. 68.

Fig. 14.



Der SEE DISTRICT und die Tongariro-White Island-Spalte der Nord-Insel von
NEU-SEELAND.
Deutsche Meil.
Kilometer.
Bay of Plenty.
Waikato
Ruapehu



263 Meter hohen Inselvulcan Whakari auf White Island bis zum thätigen Krater des 1981 Meter hohen Tongariro reichenden Spalte hingewiesen, die durch an unzähligen Punkten auftretende heisse Wasser- und Dampfquellen auf das bestimmteste als solche charakterisirt ist. (Man vergleiche Fig. 14.)

Während dem White Island Vulcan fortwährend heisse Dampfwolken entströmen, war der Tongariro mit seinen beiden gewaltigen Kratern auf Solfatarenthätigkeit reducirt, bis der eine Krater (Ngauruhoe), der schon 1857 Asche ausgeworfen haben soll, 1871 (6. Juli) einen heftigen Ausbruch hatte, wobei auch ein Lavaerguss erfolgte. Dies und die heissen Quellen waren die sicheren Anzeichen, welche v. Hochstetter veranlassten, von einer „noch schlummernden unterirdischen Gluth“ zu sprechen.

Nördlich vom Rotomahana liegt in reizender Umgebung der Tarawerasee, in den sich der aus ersterem abfliessende Kaiwaka nach kaum 2 Kilometer langem Laufe ergiesst. An seinem Südostufer erhebt sich der 820 Meter hohe Taraweraberg, „der glühende Felsen“ der Maori, ein aus glasigen Rhyolithlaven bestehender Tafelberg, „der Berg des Schweigens“, seit fünfzehn Generationen die Leichenbestattungs- oder Leichenaussetzungsstätte der Maori's. Mehrere Seen liegen im Westen und Norden des Tarawerasees, so der im Westen liegende Rotokakahi, dessen kaltes Wasser vor zwei Jahren (nach Capitän Mayr) vorübergehend fast siedend heiss geworden sein soll. Weiter

nordwärts liegt der grössere Rotoruasee mit einer angeblich im Sinken begriffenen Insel Mokoia und der Rotoiti, an dessen südwestlichem Ufer im District Tikitari Solfataren und heisse Schlamm- und Wasserquellen liegen.

Das Seengebiet ist von Maori's bewohnt, das grösste Dorf (200 Seelen) ist Te Wairoa, mit einer Missionsanstalt und grösseren Maorischule; ausserdem aber vier kleinere Ansiedlungen. Am Rotorua liegt am Südende des Sees die gleichnamige Stadt.

In der Nacht vom 9. auf den 10. Juni 1886 erfolgte, wie gesagt, der von heftigen Detonationen und weithin fühlbaren Erdbeben begleitete Ausbruch. In Auckland (228 Kilometer nordwestlich von der Ausbruchsstelle) glaubte man Nothschüsse eines gestrandeten Schiffes zu hören. In Tauranga (70 Kilometer Nordnordwest) währten die Erschütterungen und Detonationen von $2^1/_4$—5 Uhr Früh. Zu Gisborne (160 Kilometer Ostsüdost) verspürte man Erschütterungen, hörte unterirdisches Donnergetöse und sah im Westen eine grosse schirmähnliche Wolke im Feuerschein strahlen. Elektrische Störungen (Feuersignale) sollen aber noch viel weiter, zu Dunedin (1000 Kilometer vom Tarawera), wahrgenommen worden sein. Die Feuerwolke wurde immer grösser. Zu Tauranga war der Himmel noch zwischen 8 und 10 Uhr Vormittag verfinstert und der Boden war $3^1/_2$ Centimeter hoch mit schwefelhaltigem Staub bedeckt.

Auch von Rotorua (nur 22 Kilometer gegen Westnordwest entfernt) und von Wairoa (kaum 8 Kilometer

westlich von der Ausbruchsstelle) liegen Beobachtungen vor. Die Bewohner von Rotorua meinten ein neuer Geysir habe sich in der Nähe geöffnet, doch belehrte sie die Aschenwolke und der Feuerschein im Ostsüdosten über dem Taraweraberge bald eines besseren. Tausende von glühenden Projectilen flogen sternschnuppenartig durch die Luft, unzählbare Blitze schienen den ganzen Himmel zu entflammen. Um 4 Uhr begann sandähnliche Asche (vulcanische Asche = zerstäubtes Gestein) niederzufallen. Ein heftiger Nordwest verhütete hier und an manchen anderen Strichen stärkere Aschenfälle.

In Wairoa waren die Folgen des Ausbruches weit bösartiger. Hier gingen schon Menschenleben zu Grunde, unter Umständen, dass wir auf das lebhafteste an den ersten grossen Vesuvausbruch im Jahre 79 nach Beginn unserer Zeitrechnung erinnert werden. Von hier aus nahm man drei Ausbruchsöffnungen (Kratere) am Taraweraberge wahr, 300 Meter hoch sprühte der Feuerschein, Feuerkugeln, d. h. glühende Projectile flogen mehr als Kilometer weit durch die Luft. Ein förmlicher Hagel von Gesteinsbrocken fiel auf die Dächer, so dass sie endlich zusammenbrachen, Menschen erdrückten und begruben (so den Prediger Hazard und seine drei Kinder, während seine Frau nach mehreren Stunden noch lebend ausgegraben wurde).

Von Wairoa ausgehende Expeditionen sollten den Maori's am Tarawera Hilfe bringen. Sie fanden das Land unter einer bis zu 10 Meter mächtigen Aschenschichte, über welche sich eine bis 0·6 Meter mächtige

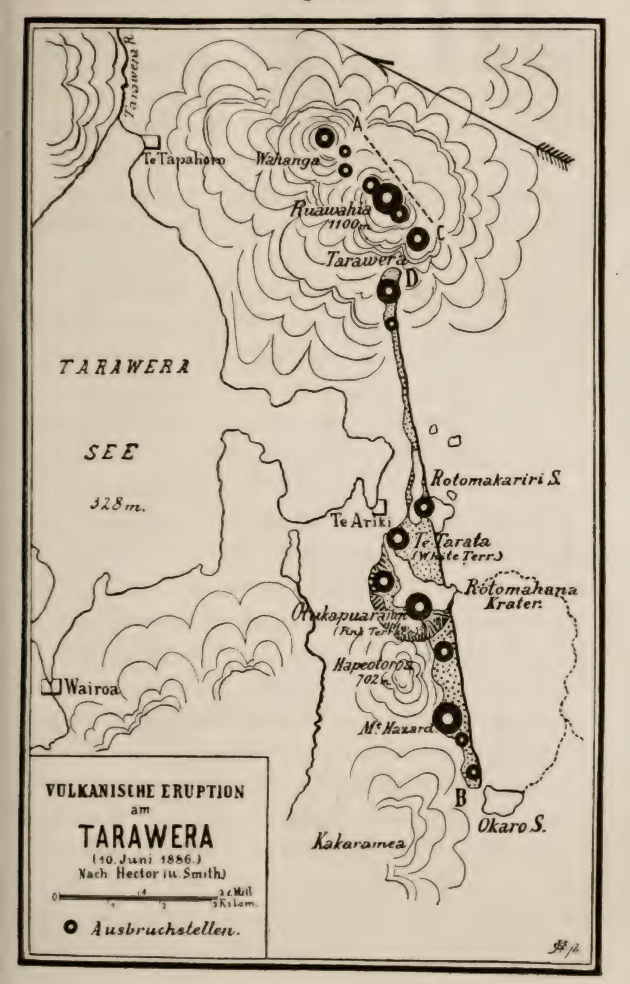
Schlammschichte lagerte, begraben, die Ansiedlungen zerstört und verschüttet. Die grauweissen Ausbruchsmassen lagen, einem Leichentuche vergleichbar, über dem Lande. Eine bei 77 Quadratkilometer grosse Fläche soll derart überschüttet sein. Einzelne Buchten des Tarawerasees sind förmlich mit Schlamm und vulcanischer Asche ausgefüllt, einzelne Waldcomplexe total zerstört. Der Abfluss aus dem Rotomahana ist vertrocknet, unweit der Stelle, wo die weissen Terrassen gelegen, stiegen nun gewaltige Dampfmassen und Aschenwolken aus einer kraterähnlichen Aushöhlung empor. An Stelle des Rotomahana sah man neue heftig thätige Krater in grösserer Anzahl. Die rothe Terrasse aber bildet einen Theil der Rotomahanakrater.

Mit dem Ausbruche des Taraweraberges dürfte, nach Capitän Mair, dem Führer der einen Expedition, die Katastrophe begonnen haben, darauf dürften die vulcanischen Schuttmassen zurückzuführen sein, während durch Ausbruch der Schlammkrater des Rotomahana, nach seiner Ansicht, die oberflächlichen Schlammlagen gebildet worden sein sollen.

Auch westlich vom Rotomahana hat sich ein grosser Krater gebildet und in der Richtung der Vulcane Ruapehu und Tongariro waren zahlreiche Dampfsäulen sichtbar. Auch wird angeführt, dass aus dem erloschenen Ruapehu (2987 Meter) Dampf aufgestiegen sei, was andere vollkommen unerwähnt lassen.

Ausführliche Angaben über die Veränderungen im Tarawerageбirge hat der Generalvermessungs-

Fig. 15.


Tarawera R.
Te Tapahoro
Wahanga
A
Ruawahia
1100 m.
C
Tarawera
D
TARAWERA
SEE
328 m.
Rotomakariri S.
Te Ariki
Te Tarata
(White Terr.)
Rotomahana
Krater.
(Pink Terr.)
Hapeotoroa
702 m.
Wairoa
Mt Hazard
B
Okaro S.
Kakaramea
VULKANISCHE ERUPTION
am
TARAWERA
(10. Juni 1886.)
Nach Hector (u. Smith)
Ausbruchstellen.



Assistent in Auckland Percy Smith gegeben, die wir im Nachfolgenden wiederzugeben versuchen wollen.

Er war der Erste, welcher nach der Eruption vom 10. Juni 1886 den Vulcan Tarawera bestieg und seine bei dieser Gelegenheit angestellten minutiösen Beobachtungen sind in seinem schon erwähnten vorläufigen Bericht vom 19. Juni wiedergegeben. (Man vergleiche Fig. 15.)

Eine weite Kluft wurde durch die Eruption an der Südseite des Taraweraberges gebildet, förmlich ausgeblasen, welche sich bis nahe an den Rotomahanasee hin erstreckt und eine Gesammtlänge von mehr als 10 Kilometer (6·5 englische Meilen) besitzt.

In derselben findet sich im Osten des Rotomahana eine Aufklaffung von 1207 Meter ($^3/_4$ Meilen) Länge und ungefähr 200 Meter ($^1/_8$ Meile) Breite, deren Wände 50—70 Meter hoch sind. Die oberen 16 Meter liegen in den Auswurfsmassen, darunter aber in rothen und schwarzen Schlacken. Dieser fürchterliche Erdriss wurde dann vom Berge her mit Wasser gefüllt und bildet nun einen neuen See, der den kleinen Rotomakaririsee zum Theil mit in sich fasst, dessen Name von Mr. Smith auch für den neuen grösseren See beibehalten wird. Das Wasser war zur Zeit seines Besuches trübe und schlammig. Dort wo sich jetzt der neue See ausdehnt, befand sich vor der Eruption ein leicht geneigtes Thal, in dem der genannte frühere Rotomakariri sich befand, damals ein kleiner See von nicht mehr als 200 Meter ($^1/_8$ Meile) Durchmesser.

Zwischen dem neuen See und der grossen Kluft des Taraweraberges liegt noch ein kleiner grüner See, der von der beträchtlichen Wassermenge unter ihm durch eine schmale, einer Messerschneide ähnlichen Erhöhung geschieden wird, welche zu scharf ist um darüber weg gehen zu können.

Der grüne See ist nichts anderes als ein Krater von ungefähr 80 Meter Durchmesser, welcher eine riesige Menge Wasser enthält. Unmittelbar jenseits und über ihm beginnt die grosse Spalte an der Südwestseite des Taraweraberges, deren Ränder mit gelben Eisenchloriden gefärbt sind, so dass man anfänglich meinte, man habe es mit Schwefelabsätzen zu thun. Dieser weite Schlund beginnt ungefähr 65 Meter über dem früheren Niveau des Tarawerasees und erstreckt sich bis zum Gipfel des Berges als ein tiefer, kahler, durchschnittlich über 200 Meter (200 Yards) weiter Riss. Seine Wände, vom Boden bis über 60 Meter Höhe, bestehen aus rothen und schwarzen Schlacken. Dampf, und in Unterbrechungen auch dunkelbrauner Rauch, brach aus den Rissen der Seiten und des Bodens.

Der kühne Forscher drang in den gigantischen Schlund ein, dessen Wände bergwärts an Höhe zunehmen und bis gegen 260 Meter über dem Grunde erreichen. Ein Raum von ungefähr 400 Meter ($^1/_4$ Meile) trennt diese grosse Südspalte von dem tiefen Abgrunde, welcher auf der Höhe des Taraweragebirges, von einem Ende zum andern, in einer Länge von fast 2500 Meter aufgerissen wurde.

Diese Spalte besitzt etwa 240 Meter Weite und ist durch drei scharfe Erhöhungen in vier kraterähnliche Abschnitte getheilt. Der im Centrum liegende Krater ist gegen 200 Meter tief. Die Seiten und der Boden bestehen aus Schlacken, welchen Dampf und erstickende Gase entströmen. Salzsaure Dämpfe sind vorherrschend. Jenseits der nun ausgefüllten Bresche zwischen den Höhen Ruawahia und Wahanga erstreckt sich die Spalte nun über den letztgenannten Berg, der wieder drei Krater aufweist, die durch scharfe Rücken von einander getrennt sind und deren mittlerer, mehr als 450 Meter tief eingesenkt, unter der Spitze des Ruawahia liegt. Ueberall finden sich in der Spalte, wo nicht das ursprüngliche Gestein des Berges hervortritt, feine Schlacken; grössere Blöcke sind selten.

Von einem Lavaerguss ist nichts zu merken.

Die Auswurfsstoffe haben eine ganz beträchtliche Mächtigkeit. Sie haben die Höhe des Ruawahia um etwa 50 Meter (170 Fuss) erhöht und seine äussere Form beträchtlich verändert.

Dass wir es dabei mit Auswurfsstoffen zu thun haben, beweisen nach Smith auch die vulcanischen Bomben, welche sich sowohl auf der Spitze als auch auf den Gehängen des Berges finden sollen. (Hector hat keine gefunden!) Die Auswurfsstoffe unterscheiden sich überdies auch in ihren charakteristischen Eigenschaften auf das bestimmteste von den unveränderten Gesteinen des alten Berges.

Der grosse Spalt verläuft in südwestlicher Richtung quer durch den Rotomahana bis gegen Okaro.

Die näheren Untersuchungen haben die ersten Berichte über den gigantischen Charakter der Eruption nicht nur bestätigt, sondern eher noch erhöht als vermindert. Es muss festgehalten werden, dass die vulcanischen Explosionen nicht einfach einen oder zwei kleine Krater geöffnet haben, sondern dass das ganze Centrum des massigen dreigipfeligen Berges, oder der Bergreihe, die wir als Tarawera bezeichnen, und eines Theiles seiner Flanken, in einer Gesammtlänge von mehr als 4 Kilometer (2 $^1/_2$ Meilen) bei einer variablen Tiefe von 120—450 Meter in die Luft geschleudert, man könnte fast sagen ausgeblasen wurde.

Die Wasserfläche des neuen Rotomahana ist gegen 150 Meter unter dem alten Seeniveau gelegen, tief unter dem Niveau des Tarawerasees, in welchen sein Abfluss — der Kaiwaka Creek — sich früher ergossen hat. Glücklicherweise verhindert fester Grund in beträchtlicher Breite einen Einbruch des grossen Sees in den Rotomahanakrater. Mit Ausnahme eines Raumes von etwa 2500 Quadratmeter (100 zu 250 Yard), welche mit Wasser bedeckt sind, ist der Rotomahana nun gänzlich von Dampflöchern oder Kratern eingenommen, von welchen einige bis zu 50 Meter Durchmesser besitzen. Diese sind in fortwährender Dampfentwicklung begriffen und schütteten überdies verwüstend rundliche Sand- und Schlammhaufen auf, deren höchster sich seitwärts vom Nordende des Sees, nahe der Stelle

erhebt, wo früher die herrliche weisse Terrasse sich befand. Ein grösserer Krater („Black Crater“) findet sich südwestlich vom Rotomahanakrater. Seine Tiefe beträgt gegen 100 Meter und ist mit Wasser gefüllt, aus welchem sich fortwährend schwere Dampfwolken entwickeln. Etwa 200 Meter von diesem Krater fand Mr. Smith einen Steinblock von mindestens 100 Tonnen Gewicht, welcher, nach seiner Meinung, während der Eruption aus dem Krater geworfen wurde, und einen Begriff von der gewaltigen Intensität der Explosionen gibt. Eine der energischesten Auswurfstellen von Steinen liegt zwischen dem schwarzen Krater und Okaro. Hier wurde ein mehr als 4 Hektare umfassendes Loch, das nun mit Wasser erfüllt ist, ausgeblasen, das wohl mit den bekannten Kesselkratern oder Maaren in Vergleich gebracht werden kann und die Vorstellung, nach welcher diese letzteren als Explosionskrater bezeichnet wurden, unterstützen kann. (Pulvermaar, See von Nemi, Albano und andere.)

Dieser Kesselkrater wurde nach einer Echowahrnehmung als der „Echo-See-Krater“ bezeichnet.

Zwischen ihm und dem schwarzen Krater findet sich eine kleinere dampfende Oeffnung.

Ausserdem wäre noch die sogenannte „Schwarze Terrasse“ zu nennen, der etwa 800 Meter westwärts vom Rotomahana gelegene Ausbruchspunkt, woselbst Sand, Schlamm und Steine in bedeutenden Quantitäten zu Tage gefördert wurden.

Dr. Hector, der Leiter der geologischen Aufnahmsarbeiten auf Neu-Seeland, unternahm im Auftrage der dortigen Regierung eine Untersuchungstour in das Eruptionsgebiet und gab über die Ergebnisse seiner Beobachtungen einen ausführlichen, den beiden Häusern der Generalversammlung vorgelegten vorläufigen Bericht.

Die Untersuchungen seiner aus sieben Mitgliedern bestehenden Expedition (auch ein tüchtiger Photograph war derselben beigegeben) erstreckten sich von Wairoa aus über die ganze Linie von Ruapehu bis White Island. Auch Capitän Mair, den wir bereits nannten, schloss sich ihm an.

Im Nachfolgenden wollen wir seinen Ausführungen folgen.

Der Hauptzweck der Expedition bestand in der genauen Feststellung der Localität, der Natur und der Ausdehnung des Ausbruches und dessen wahrscheinlichen Folgen für die Umgebung. — Eine vollkommene geologische Untersuchung des Districtes musste auf günstigere Zeit verschoben werden, bis auch die vulcanische Thätigkeit eine hinreichend eingehende Beobachtung gestatten wird.

Die Zerstörungen wurden analog wie von den anderen Beobachtern festgestellt, entlang einer 11—16 Kilometer (7—10 Meilen) langen Linie, die von dem Nordende des dreigipfeligen Tarawera Range [1])

---

[1]) Der nördliche Gipfel des Tarawera ist der Wahanga, der mittlere höchste (1099 Meter) der Ruawahia, der südlichste der eigentliche Tarawera.

bis zum Okaro-Lake von Nordost nach Südwest verläuft (A—B der Kartenskizze Fig. 15).

Im südlichen Theil der Störungszone lag vor dem Ausbruch die von dem Rotomahanasee eingenommene Einsenkung, in einem niederen wellenförmigen Lande, bestehend aus Bimssteinsand und zum Theil überdeckt mit Kieselsinterabsätzen.

Der Ausbruch am 10. dürfte 10 Minuten nach 2 Uhr Morgens begonnen haben mit einer Eruption des Wahanga, die begleitet war von einem lauten brausenden Getöse und von leichten Erdstössen.

Einige Minuten darauf folgte der eigenthümliche und heftigere Ausbruch aus der Spitze des Ruawahia und nach einem kurzen Intervalle gipfelte die Eruption in einer fürchterlichen Explosion an dem Südende des Taraweragebirges nordöstlich von Rotomahana.

Mehr als 2 Stunden währte diese Phase der Eruption. Sie war begleitet von Auswürfen grosser Quantitäten heisser Steine, von Dampf und Bimssteinstaubausbrüchen, welch' letztere ungeheure und hoch aufsteigende Wolken bildeten, beleuchtet von zuckenden Blitzen.

Um dieselbe Zeit wurde auch der grosse abgrundartige Spalt oder Riss (A C der Skizze) an der Ostseite des Tarawera ausgeblasen.

Eine flache weisse Terrasse von Bimssteinsand sah Hector sich von den Ostflanken des Berges herabziehen, wie einen ungeheueren Damm von 150 Meter

Höhe, der das Ansehen hatte, als wolle er sofort vom Berge herabgleiten.

Ausser diesen schweren Sanden, welche nahe der Spalte am Berge lagern, wurde ein leichter Staub ausgeworfen, der die ungeheuren „Aschenwolken“ bildete, welche um diese Zeit der Eruption deutlich von Rotorua, Tauranga und Taupo gesehen wurden.

Diese Wolken entluden ihren Inhalt in östlicher Richtung bis Te Teko und Fort Galatea, westwärts aber nur bis Wairoa. Die Erdstösse während der Dauer dieser Eruptionsphase scheinen von keiner besonderen Heftigkeit gewesen zu sein und keine besondere Beunruhigung in diesem Theil des Districtes, selbst nicht in der unmittelbaren Nachbarschaft der vulcanischen Eruption hervorgerufen zu haben. Eine weitere Phase trat um 4 Uhr Morgens ein, die von einem weithin fühlbar gewordenen Beben eingeleitet wurde, welches von einem lauten, weithin vernehmbaren, krachenden Getöse begleitet war. An der Seite des Rotomahana-Sees selbst erfolgte ein Ausbruch. Es bildete sich die Rotomahanaspalte. Eine ungeheure Dampfmenge entrang sich dem Innern und trug eine Unmasse Bimssteinstaub und Felsfragmente zu einer enormen Höhe empor. (Die Höhe der Aschensäulen wurde auf 6700 Meter geschätzt.) Eine dichte Wolke, die nach verschiedenen Richtungen auseinanderging, erhob sich und wurde durch elektrische Entladungen von fürchterlichstem Charakter beleuchtet.

Anfangs kam der Wind von Südost, und die Bewohner von Rotorua wurden erschreckt durch die Annäherung dieser Wolke, als der Wind plötzlich umsprang, wodurch sie ihre Richtung änderte und sich gegen Nord und Nordost wandte. Zur selben Zeit verdichtete sich der Wasserdampf der Wolke zu heftigen Regengüssen und es fielen mächtige Schlammmassen hernieder, die Erde weithin bedeckend. Um 6 Uhr Morgens scheint die Periode der activen Eruption ihr Ende erreicht, oder doch mässigere Form angenommen zu haben.

Hector schildert im weiteren Verlaufe des Berichtes die Details seiner Wahrnehmungen:

1. Der Brennpunkt (Focus). Das Taraweragebirge erhebt sich, wie gesagt, gegen 1100 Meter hoch über die Meeresfläche und bildet eine isolirte und berühmte Erscheinung in der Scenerie des Seendistrictes. (Der Taraweraspiegel liegt in 328 Meter Meereshöhe.) Vor der Eruption zeigte der Tarawera maueränhliche Steilhänge mit säulenförmigen Absonderungen, besonders an seinen westlichen und südlichen Abhängen. v. Hochstetter wurde durch die Erscheinung des Berges veranlasst, ihn und die Horohoro-Range im Norden als einen Theil eines älteren submarinen Vulcans zu betrachten und als den Ueberrest eines grossen Plateaus, der älteren Niveaufläche des Landes, welche theils durch Thalerosion, theils durch vulcanische Ausbrüche und durch Einsinken gewisser, später von Seeflächen eingenommener Theile durchgreifend verändert wurde. Auf v. Hochstetter's

geologischer Karte ist es aber als aus neueren vulcanischen Gesteinen (rhyolithischen Laven und Obsidian) bestehend eingetragen.

Auch Hector, der den Berg nicht bestiegen und nur die Abhänge besucht hat, gibt an, dass diese aus rhyolithischen Laven und Obsidian (dicht und blasig) aufgebaut sind; seine steilen Abhänge betrachtet er als durch Brüche und seitliche Einsenkungen entstanden und meint, dass die Solfataren, Geysir und heissen Quellen am Rotomahana auf einen Wärmerest der Lava „im Herzen dieses vulcanischen Berges“ zurückzuführen seien.

2. Die Ausbruchs-Oeffnungen. Vom Rotaruasee aus gesehen, dort wo die Taurangastrasse aus dem Busch tritt, schien (am 13. Juni) der Tarawera seine frühere charakteristische Profillinie ganz verloren zu haben. Die tiefe Kluft, welche früher den Wahanga vom Ruawahia schied, war beinahe durch Aufschüttung von Auswurfsstoffen verwischt und auch die jäh abstürzenden Seiten des Berges auf gleiche Weise gemildert. An sieben Stellen der Kammlinie erkannte man die Auswurfsstellen an den Dampfmassen, die den flach conischen aus dunkelgrau gefärbten Gesteinstrümmern aufgebauten Hügeln entströmten. In Intervallen entwickelten sich aus diesen Oeffnungen noch immer starke Dampfwolken, welche durch feine Gesteinspartikelchen abgedunkelt, röthliche Farbe zeigten. Sie wurden bis zu 60—150 Meter in die Höhe getrieben.

Vier Tage später wurde derselbe Berg von der Ostseite gesehen und liess erkennen, dass der Gipfel des Ruawahia beträchtlich höher geworden war und Seitenkegel bekommen hatte, welche seinen Umrissen ein sonderbares Aussehen gaben.

Während zweier klaren Nächte verfolgte Hector die Eruptionen aus diesen Auswurfsöffnungen und konnte nie irgend eine Beleuchtung der aufsteigenden Dampfwolken bemerken, wie eine solche von der Oberfläche einer weissglühenden Masse innerhalb der Krater hätte ausgehen müssen, noch war irgend ein Anzeichen von ausgeworfener Lava, noch endlich von Spalten und Rissen an den Seiten des Berges etwas zu bemerken.

Ausserdem waren östlich von den Hauptmündungen Entströmungen von Dampf in Form kleiner Wölkchen wahrnehmbar, längs einer Linie, die von der Richtung der südlichen Hauptspalte etwas abwich (A C).

Unterhalb dieser Spaltlinie treten an der östlichen Seite der Kette die erwähnten grossen terrassenähnlichen Anhäufungen von Bimssteinsand auf. Hier hätte, meint Hector, wohl auch ein Hervortreten von Lava stattfinden müssen, wenn es so weit gekommen wäre.

3. Die grosse Spalte. Die merkwürdigste und bezeichnendste Thatsache der letzten Eruption und die Hauptursache der unheilvollen Folgen, welche sie begleiteten, ist die Entstehung der „grossen Spalte" (Fissure). Eine gute Ansicht derselben, wenn auch sehr von Dampfmassen verschleiert, wurde vom Hügel „Hapeotoroa" (etwa 700 Meter Meereshöhe) gewonnen.

Es ist ein wundervoller Erdriss, dessen gegen das Südwestgehänge des Tarawera und diesen hinaufziehenden Theil schon Smith beschrieben hat.

Vom östlichen Gehänge des Hapeotoroa sah Hector direct in die Fortsetzung dieser Spalte und, so weit er sehen konnte, schien dieselbe an ihrer Ostseite in ihrer ganzen Ausdehnung nahezu geradlinig begrenzt zu sein. Sie erstreckt sich über den Rotomakariri („Kalter See“), den Rotomahana („Warmer See“) und durch das nach Südwest ziehende Thal bis gegen den Okarosee.

Die Westseite der Spalte ist dagegen in ihren Begrenzungslinien sehr unregelmässig und reich an Abstürzen an den steilen Wänden. Sieben mächtige Geysir warfen in ungleichen Intervallen grosse Quantitäten von siedendem Wasser mit Schlamm und Steinen bis zu Höhen von 180—250 Meter (600—800 Fuss).

Nur in seltenen Momenten, während einer Unterbrechung der Dampfentwicklung, konnte man sich eine Vorstellung bilden von der Natur dieses fürchterlichen Abgrundes und dann schien es, als wenn er gänzlich von kreisrunden, kochenden Schlammpfützen eingenommen wäre. Diese Schlammpfühle schienen durch feste Zwischenräume von einander getrennt zu sein.

Der grösste von diesen Schlammgeysiren scheint sich an der Stelle zu befinden, welche früher die Otukapuarangi (Pink Terrasse) einnahm. Der interessanteste liegt eine Meile (1·6 Kilometer) weiter südlich. Er entspringt ungleich den anderen nicht in der

allgemeinen Bodenfläche, sondern auf einem verhältnissmässig hohen Grunde an der Westseite der Spalte. Hier wurde allmählig aus den Auswurfsstoffen ein damals mehrere hundert Fuss hoher Hügel aufgebaut, den Hector als Mount Hazard bezeichnet und der offenbar mit dem „Schwarzen Krater“ Smith's übereinstimmt. Am äussersten Südende der Spalte findet sie einen jähen halbkreisförmigen Abschluss, an dessen Basis mächtige Dampfballen ausgestossen wurden. Die Richtung der Spalte verläuft, so weit sie sichergestellt werden konnte Nord 50° West und verläuft in naher Uebereinstimmung mit der Hauptstörungslinie zwischen Tongariro und White Island.

4. Die während der Eruption ausgeworfenen Stoffe sind ihrer Masse nach überaus beträchtlich.

Vorerst sind die Gesteinsfragmente zu nennen, welche vom Tarawera aus über eine weite Fläche hin ausgestreut wurden, ostwärts bis nach Teteko und sogar bis Fort Galatéa, während westwärts über Wairoa (10 Kilometer vom Tarawera) hinaus keine Angaben vorliegen. Es sind durchwegs Fragmente anstehender Felsarten und sie mögen sich theilweise im Zustande der Weissglühhitze befunden haben.

Was die Bimssteinsandmassen anbelangt, so finden sie sich vorzugsweise an zwei Localitäten angehäuft: am Südosthange des Tarawera und im Westen des Rotomahanaspaltes. Vulcanische Bomben oder Lapilli, oder überhaupt Anzeichen des Vorkommens von auf

geschmolzene Lava zurückführbaren Stücken konnte Hector nicht beobachten.

Der Bimssteinsand wurde nach Hectors Ueberzeugung zweifellos am Beginne der zweiten Phase der Eruption ausgeworfen und über einen Raum ausgebreitet, der wohl an 200 Quadratkilometer (über 75 Quadratmeilen) im Süden, Norden und Osten des Sees einnehmen mag. Die ganze Oberfläche des Landes ist mit einer zum Theil sehr mächtigen Lage dieses Bimssteinsandes bedeckt, so dass die Gräben theilweise angefüllt und alle Hügel eingehüllt erscheinen wie in einen tiefen Schneemantel; keine Spur von Vegetation kann erblickt werden, von den höchsten Spitzen, z. B. des Hapeotoroa bis zum Niveau des Sees herunter. — Die Dicke dieser Ablagerung konnte während der Zeit von Hectors Besuch nicht festgestellt werden, da keine Abbrüche stattgefunden hatten und keine Durchschnitte gesehen werden konnten. Sie besteht aus feinkörnigem, griesigem Bimssteinsand mit einer leichten Kruste an der Oberfläche. Oberflächlich lichtgrau erscheint der Sand in der Tiefe rein weiss und schon in 30—50 Centimeter Tiefe unter der Oberfläche zeigte er am sechsten Tage nach der Eruption noch eine hohe Temperatur. (Auf der Karte Fig. 15 schräg schraffirt.)

An der Oberfläche dieser Ablagerung, besonders auf den Ebenen gegen den Spalt zu, liegen Fragmente von beträchtlichem Umfange und von verschiedenen Felsarten, und unter diesen finden sich auch Massen, welche gewiss von den Sinterterrassen herstammen.

Es ist wahrscheinlich, dass die unteren Lagen von gröberem Korn sind als die oberen.

Ein niederfallender Regenschauer bedingte in diesen Sandlagen oberflächlich die Bildung von kleinen Kügelchen, doch bewies sich das Gestein im Uebrigen als sehr durchlässig.

Sehr verschieden davon ist jene Ablagerung, welche Hector das „graue Deposit" nennt. Dasselbe bedeckt das Land südlich bis über 3 Kilometer weit von Wairoa, während es nach Norden bis an die Bay of Plenty reicht. Es ist dies eine Schlammablagerung und erscheint, wo sie auftritt, in einer Form, die auf einen ursprünglich teigartigen Zustand schliessen lässt. Die Aeste der Bäume brachen unter diesem Sediment zusammen, Sträucher wurden einfach flach gedrückt. Während der Bimssteinsand so heiss niederfiel, dass Bäume in Brand gesetzt wurden, war dies bei dem schlammigen Sedimente nicht der Fall. (Auf der Karte Fig. 15 gekreuzt schraffirt.)

Von Mehreren wurde angenommen, dass dieser Schlamm auf den Auswurf des Rotomahana zurückzuführen sei, was Hector aus dem Grunde bezweifelt, weil diese Ablagerung erst in einiger Entfernung vom genannten See beginnt. Er meint, wohl mit vollem Recht, es sei viel glaubwürdiger, dass ihre Quelle in der Condensirung der höchsten Theile der Dampfwolke zu suchen sei, die in Folge der Einwirkung der oberen kalten Südwestbrise eintrat, durch welche auch die Ablenkung von Rotorua erklärt werden kann.

Die Hauptmenge der Aschenabsätze aus dieser Aschen- und Dunstwolke fiel gegen Nordosten hin über das ganze Land bis an das Ost-Cap, und zwar in Form einer verhältnissmässig schweren feinsandigen Ablagerung von braunschwarzer Farbe.

Nordwärts hin findet sich sehr feiner Staub abgelagert von lichtgrauer Färbung. Die Schlammablagerungen selbst erreichen in Wairoa eine Dicke von mehr als 30 Centimeter, und zwar auf ebenen Flächen, bei Rotokakahi dagegen nur 24 Centimeter, im Tikitapu-Busch aber nur 10 Centimeter. Sie nimmt dann weiter nach Norden hin immer mehr ab.

Das Verhalten dieser Ablagerung gegen das Regenwasser ist ein ganz anderes als bei dem Bimssteinsand, es entsteht daraus schnell eine breiige Masse, welche zu Abrutschungen auf geneigten Flächen überaus geneigt ist und darum eine beständige Quelle der Gefahr für die Zukunft bilden wird. Andererseits wird sie aber auch eine Verbesserung des allzudurchlässigen Bimssteinbodens bewirken können, durch ihre Eigenschaft das Wasser aufzusaugen und festzuhalten.

Die feine vulcanische Staubablagerung endlich reicht wohl bis zu 200 Kilometer weit von der Ausbruchsstelle. Noch nach 84 Stunden war die Atmosphäre damit erfüllt.

Sie wird auch zuerst von der Oberfläche verschwinden, indem sie theils vom abfliessenden Regen abgespült, theils von dem in die Erde dringenden Theile des Regens unter die Oberfläche geführt werden wird.

5. Was die Dampfentwicklung anbelangt, welche in der Gegend des Rotomahana erfolgte, so führte dieselbe zur Entstehung einer ungeheuren Wolkensäule von einem Durchmesser von ungefähr 1/8 Meile (200 Meter) und einer Höhe von nicht weniger als 3600 Meter. Besonders wirkungsvoll war ihr Anblick Morgens und Abends, wenn die Strahlen der niedrig stehenden Sonne sie durchleuchteten. Sie erschien in der Höhe trotz der fort und fort erfolgenden Wasserdampfexhalationen beinahe feststehend und unbeweglich, und nur in ihren unteren Theilen waren stufenweise Veränderungen wahrnehmbar.

6. Aus den überaus heftigen Erschütterungen durch Erdbeben in der Nähe der Ausbruchstelle und aus der raschen Abnahme der Intensität schon in mässigen Entfernungen zieht Hector den Schluss, dass wir den Focus in geringen Tiefen annehmen dürfen.

In Wairoa, 6 Kilometer vom Tarawera, waren die Stösse während der ersten Phase sehr heftig, zu Rotorua dagegen, in kaum 20 Kilometer Entfernung, verhältnissmässig leicht. Das grosse Beben der zweiten Phase jedoch scheint in Rotorua überaus heftig gefühlt worden zu sein und es erregte noch in 96—112 Kilometer die Aufmerksamkeit.

Hector selbst schildert die Stösse während seiner Anwesenheit im Ausbruchsgebiete als andauernd und heftig, während sie in Rotorua kaum als leichte Undulationen empfunden wurden. Dieselben gingen von den Explosionen in der Rotomahanaspalte aus, während

die Dampfausbrüche am Gipfel des Tarawera keinerlei Erschütterungen verursachten.

Erwähnt werden muss wohl, dass Smith auf seiner Karte südwestlich vom Okarosee und auch im Westen davon Erdbebenrisse einzeichnet, welche in der Richtung der grossen Hauptspalte verlaufen.

Hector gibt einige unbedeutende Erdrisse südlich von Kaitiriria an.

7. Auch über die Schallwahrnehmungen berichtet Dr. Hector. Es waren theils die Donner electrischer Entladungen, theils das fürchterliche Gebrüll der hochgespannten Dämpfe beim Freiwerden durch die Ausbruchsöffnungen.

Auch zu Aukland, Wanganui und an anderen Orten wurde dieses Getöse vernommen.

Von Taweite wurden Schallwahrnehmungen von 6 Uhr und 8 Uhr Abends am 9. Juni, also vor dem Ausbruche, bekannt gemacht, was Hector zu dem Ausspruche veranlasst, dieselben seien auf leichte Verschiebungen auf der die Doppelinsel von Südwest — Nordost durchziehenden grossen Hauptstörungslinie zurückzuführen.

8. In Bezug auf die Frage: ob vorerinnernde Symptome eines in Aussicht stehenden Ausbruches anzugeben seien, führt Hector an, dass die Niveauschwankungen des Tarawera- und Rotoruasees als solche nicht unzweifelhaft anzusehen seien, ebensowenig die zunehmende Thätigkeit der Geysir und heissen Quellen, welche auch auf Veränderungen des atmo-

sphärischen Druckes und wechselnder Windrichtung zurückgeführt werden könnten. Der Ausbruch habe auch gezeigt, dass die heissen Quellen am Rotorua und Rotomahana ganz unabhängig von einander seien, was schon v. Hochstetter angedeutet hat.

Hector kommt schliesslich zu dem Ausspruch, dass der Ausbruch als ein locales hydrothermisches Phänomen zu betrachten sei, das in ganz mässiger Tiefe seinen Ursprung genommen habe, eine Ansicht, welche, wenn nur der Ausbruch des Rotomahana vorläge, gewiss mit grösserer Sicherheit angenommen werden könnte, als mit Hinblick auf den Umstand, dass im Gegentheile gerade der alte, für erloschen gehaltene Taraweraberg es war, der die gewaltigen Eruptionsvorgänge einleitete.

Hector möchte die heftige Thätigkeit der „Puias“ auf den Eintritt schweren Regens nach langer mehrjähriger Trockenheit und auf Veränderungen durch die beständigen Erdbeben der letzten Zeit zurückführen, wodurch der Wasserzufluss zu den heissen Tiefen erleichtert worden sei. Sollte eine solche nochmals eintreten, so werde jetzt die Folge eine weit mässigere sein, da nur noch die lockeren Bimssteinsedimente zu durchbrechen sein werden, die nicht mehr durch die schweren Sinterdecken niedergehalten werden.

(Ueber die Auswurfsproducte liegen Mittheilungen vor von Etherridge [Nr. 5 der Quellen] und von W. J. Key [Hector's Bericht]. Nach ersterem bestand der „Bimssteinstaub“ aus eckigen Quarzkörnern, vul-

canischem Glas, fein zertheiltem Bimsstein und Bruchstücken von Feldspath, Hornblende u. s. w.) [1])

Die im vorstehenden gegebenen Darstellungen scheinen uns, entgegen der Ansicht wie sie von Dr. Hector ausgesprochen worden ist, so ziemlich sicher für die vulcanische Natur der grossartigen Vorgänge zu sprechen. Freilich ist auch der Vulcanismus streng genommen nichts anderes als ein grossartig gesteigertes hydrothermisches Phänomen, und insoweit könnte man ja der erwähnten Ansicht beipflichten, die vielleicht manches beitragen könnte, die unter den so gewaltigen Vorgängen erschreckten und erschütterten Bewohner des Seengebietes der Nordinsel zu beruhigen.

Die Steigerung der Geysirthätigkeit bis zum Ausbruche mit allen Erscheinungen einer vulcanischen

---

[1]) Analysen:

	I	II	III	IV
Kieselsäure . .	60·74	59·37	60·06	60·79
Eisenoxyde . .	11·58	10·18	11·37	4·26
Thonerde . . .	16·09	17·96	16·59	16·43
Kalkerde . . .	5·69	5·98	5·56	0·62
Magnesia . . .	0·96	1·19	2·40	0·79
Alkalien	2·68	2·12	5·05	14·22
Wasser	2·26	2·21	.	.

I = Graue Asche von Tauranga.
II = Braune Asche von Hicks-Bay.
III = Augit-Andesit von Island } zum Vergleiche.
IV = Bimsstein von Teneriffa } zum Vergleiche.

Am ähnlichsten zusammengesetzt sind die Augit-Andesite nur ist auch bei diesen der Gehalt an Alkalien ein viel grösserer. Die Armuth an Alkalien ist gewiss die auffallendste Eigenschaft der vulcanischen Auswurfsstoffe der Tarawera-Eruption.

Ascheneruption, analog etwa jener der Krakatoa im Jahre 1883, auf zusitzendes Regenwasser zurückzuführen, erscheint wohl nicht ausreichend begründet und kaum wahrscheinlich.

Bis nun wurden die Kochbrunnen, Dampfquellen und heissen Schlammvulcane als Nachwirkungen intensiver vulcanischer Thätigkeit betrachtet. Der Ausbruch des Tarawera und des Rotomahana im Lande über der „noch schlummernden Gluth“ hat wieder gezeigt, dass in diesen Nachwirkungen Rückschläge folgen können. Die vulcanische Thätigkeit ist hier — hoffen wir nur vorübergehend — aus ihrem Schlummer erwacht: Aus den Geysiren wurden — wenigstens vorübergehend — Vulcane!

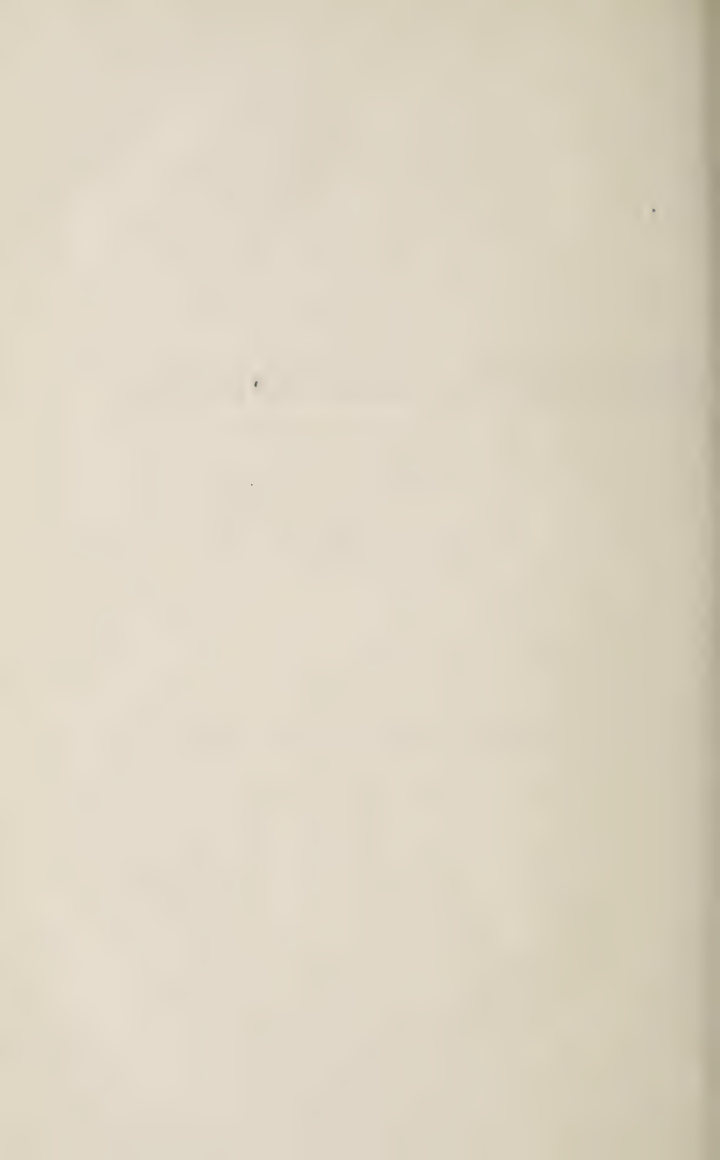


Spaltpilze und Hygiene.

Von

DR. G. v. HAYEK
k. k. Regierungsrath.

Vortrag, gehalten den 26. Jänner 1887.



Unter Spaltpilzen (Schizomyceten, Bacterien) versteht man chlorophylllose Protisten, welche sich durch Spaltung vermehren. Sie bestehen aus einer Art Protoplasma, dem Mycoproteïn, und sind von einer aus Cellulose und Mycoproteïn zusammengesetzten Haut umgeben.

Sie erscheinen klar und durchsichtig, nur der Inhalt der Gattung *Beggiatoa*, jenes Organismus, der in Schwefelthermen, z. B. in denen von Baden, den Boden als weisse, schleimige Masse überzieht und durch Zersetzung der in denselben enthaltenen schwefelsauren Salze den Schwefelwasserstoff entwickelt, der diesen Thermen den eigenthümlichen Geruch verleiht, erscheint durch helle Schwefelkörnchen getrübt. Viele Spaltpilze bilden durch rasche Vermehrung Colonien, welche in eine glashelle, sulzige, von ihnen selbst erzeugte, aus Mycoproteïn bestehende Materie eingehüllt sind. Einige Arten bewegen sich mittelst einer bis zwei gerader oder leicht spiralig gekrümmten Wimpern oder Geisseln pfeilartig dahinschiessend oder sich kreiselartig drehend in der Flüssigkeit umher, welche sie bewohnen.

Für ihr ungestörtes Gedeihen ist Ruhe unerlässlich, eine Bewegung des Gefässes, das sie enthält, beeinträchtigt dasselbe. Directes Sonnenlicht schadet vielen Spaltpilzen, und *Bacterium photometricum* stellt im Dunkeln sofort seine Beweglichkeit ein, während dieselbe nach Massgabe des Lichtes zunimmt. Einige Spaltpilze, die aërobischen, bedürfen des freien Sauerstoffes, während andere, die anaërobischen, denselben nicht nöthig haben. Alle bedürfen, um zu wachsen, Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser, und eine gewisse Temperatur befördert ihr Wachsthum; so bedürfen die pathogenen, d. h. Krankheit erzeugenden, einer zwischen 18^0 und 40^0 C. schwankenden Temperatur, wenn sie sich vermehren sollen. Den Stickstoff sowohl als den Kohlenstoff entnehmen sie durchwegs organischen Verbindungen, und den ersteren vermögen die pathogenen nur so complicirten Verbindungen zu entnehmen, wie sie ihnen der thierische Körper bietet. Da die meisten 4 bis 6 Percent unorganischer Salze, Phosphate, Kalium- und Natriumsalze enthalten, so müssen ihnen auch diese geboten werden, wenn sie gedeihen sollen.

So wie alle Spaltpilze stickstoffhältige, organische Verbindungen zu zerlegen vermögen, so erzeugen sie auch ihrerseits gewisse, oft für besondere Arten charakteristische chemische Verbindungen, wie z. B. Milchsäure, Buttersäure und Säuren der aromatischen Reihen. Bei vielen fäulnisserregenden und pathogenen Spaltpilzen werden diese von ihnen selbst erzeugten

Verbindungen den Spaltpilzen selbst verderblich und tödten sie in hinreichender Menge sämmtlich.

Die meisten Spaltpilze tödtet bereits eine Temperatur, welche die des siedenden Wassers noch nicht erreicht, viele selbst eine mehrstündige Einwirkung einer Temperatur von 50 bis 60° C. Nur die Sporen der Bacillen machen hievon eine Ausnahme; diese müssen manchmal eine halbe Stunde lang der Siedehitze ausgesetzt werden, um abzusterben; in noch höherer Temperatur jedoch sterben sie binnen einigen Minuten ab. Eine Temperatur von 120° tödtet sie sofort. Ebenso vertragen die wenigsten Spaltpilze Austrocknung oder die Nulltemperatur; wieder aber sind es die Bacillussporen, die hierin eine Ausnahme machen und selbst eingetrocknet weiterleben und eine Temperatur von —15° C. einige Stunden lang ohne Nachtheil ertragen.

Am verderblichsten werden den Spaltpilzen Carbolsäure, Salicylsäure, Thymol, vor Allem aber Sublimat, von welch' letzterem eine Lösung von 1 : 15.000 bei den meisten Spaltpilzen bereits nach halbstündiger Einwirkung jedes Wachsthum hintanhält.

Wir folgen der Eintheilung Cohn's, werden aber nur jene Spaltpilze ins Auge fassen, welche in irgend einer Weise mit Krankheiten im Zusammenhange stehen. Demzufolge haben wir:

1. Kugelbacterien oder Micrococcen,
2. Stäbchenbacterien oder Microbacterien,
3. Fadenbacterien oder Desmobacterien,
4. Schraubenbacterien,

5. Schlingenbacterien oder Spirochäten.

Gewisse Spaltpilze lassen sich diesen fünf Abtheilungen nicht einreihen, wie z. B. *Ascococcus*, *Sarcina* und andere.

Micrococcus.

Winzige, im Durchmesser 0·0005 bis 0·002 Millimeter, selten etwas mehr betragende Protisten von kugeliger oder leicht ovaler Form, ohne Wimpern oder Geisseln, die sich auf keine andere Weise als durch Theilung vermehren. Ihre Cellulosemembran schützt sie vor der Einwirkung von Alkalien und Säuren. Bei der Theilung strecken sie sich ein wenig und schnüren sich der Quere nach ein, einen Diplococcus bildend; jede der Hälften theilt sich abermals, sei es in der auf die bisherige senkrechten oder mit ihr parallelen Richtung. Die Producte der successiven Theilung können kettenartig verbunden bleiben, oder in Diplococci oder in einzelne Micrococci zerfallen, je nach den verschiedenen Arten. Zwischen den Individuen eines Diplococcus bleibt immer eine blasse Verbindungsbrücke bemerklich.

Für einige Arten ist die Theilung in Tetraden charakteristisch. Wenn sich nämlich jedes Element eines Diplococcus der Quere nach abermals zu einem Diplococcus theilt, so entsteht ein aus vier Elementen bestehendes Gebilde, das einer Sarcina täuschend ähnlich sieht, eine sogenannte Tetrade.

Bei vielen Micrococcen haften die Producte der Theilung unregelmässig aneinander, eine zusammenhängende Masse, eine sogenannte Zoogloea bildend, die in eine durchsichtige, gallertartige Matrix eingeschlossen ist. Solche Zoogloeen bilden die Häutchen auf den den Micrococcus beherbergenden Flüssigkeiten und sinken später theilweise oder ganz auf den Boden der Flüssigkeit herab. Wenn auch die meisten der Zoogloeen bildenden Micrococcen aërobisch sind, so gibt es unter ihnen doch auch anaërobische, und zu letzteren gehören alle diejenigen, die mit Krankheiten im Zusammenhange stehen.

Man theilt die Micrococcen in septische, zymogene, chromogene und pathogene ein.

1. Septische Micrococcen treten zugleich mit anderen Spaltpilzen überall auf, wo eine Zersetzung organischer Stoffe vor sich geht. In zahlreichen Arten beleben sie die Luft und gelangen durch dieselbe sehr oft in Flüssigkeiten. Auch im menschlichen und thierischen Körper kommen sie überall vor, wo todte Gewebe vorhanden sind; so im gewöhnlichen Eiter, in der gesunden Mundhöhle, in den Bronchialsecreten bei gewöhnlichem Katarrh, im Darm und in der Epidermis.

2. Zymogene Micrococcen bewirken bestimmte chemische Vorgänge; z. B. *Micrococcus ureae*, ein aërobischer Spaltpilz, die ammoniakalische Zerlegung des Harns, ein anderer die schleimige Gährung des Weines und Bieres, ein anderer wieder das Phosphoresciren faulen Fleisches und fauler Fische.

3. Chromogene Micrococcen erzeugen Pigmente der mannigfaltigsten Art. Sie kommen fast durchwegs als Zoogloeen vor und sind sämmtlich aërobisch. Wenn sie im Innern fester Körper vorkommen, bleiben sie stets farblos. In der Luft treten sie massenhaft auf, zu gewissen Zeiten und an gewissen Localitäten reichlicher als an anderen. So *Micrococcus aurantiacus* auf gekochtem Eiweiss, ebenso *Micrococcus chlorinus*, ersterer orangeroth, letzterer grüne Flecken erzeugend. *Micrococcus cyaneus* und *violaceus* erzeugen blaue und violette Flecken auf gekochten Kartoffeln. *Micrococcus fulvus* erzeugt rostrothe Tropfen auf Pferdemist.

4. Pathogene Micrococcen. Im Eiter offener Wunden und in geschlossenen Abscessen kommen Micrococcen vor. In den Secreten offener Wunden, wie solche bei heftigen Entzündungen der Haut und der Schleimhaut vorkommen, in den Halsgeschwüren bei Scharlach, in allen Geschwüren der Darmschleimhaut, findet man stets Diplococcen oder ganze Ketten von Micrococcus, ja nicht selten zusammenhängende Zoogloeen. Bei eiterigen Entzündungen in Bindegeweben und parenchymatösen Organen findet man oft, dass, bei Vorhandensein von Micrococcen, diese letzteren sich mit der Ausbreitung der Entzündung gleichfalls ausbreiten, alle Zwischenräume der Gewebe ausfüllend; ob aber diese Micrococcen nur zufällig die Entzündung begleiten, oder ob sie dieselbe veranlassen, dies ist noch immer nicht sichergestellt. Bei jedem Durchfalle wimmeln die Entleerungen von Micrococcen. Bei zahl-

reichen Krankheitserscheinungen der Thiere und der Menschen kommen diese Spaltpilze vor, ja selbst im Speichel gesunder Menschen und Hunde, und doch kann letzterer bei Kaninchen, wenn er ihnen eingeimpft wird, den Tod zur Folge haben. Von allen diesen Micrococcen weiss man nicht, ob sie in causalem Zusammenhange mit den Krankheiten stehen, hingegen kennt man eine ganze Reihe von solchen, welche stets mit specifischen Krankheiten zusammen auftreten. Diese sind:

a) Micrococcus variolae et vacciniae. In grosser Menge in der Kuhpockenlymphe und in der Lymphe der Variolapusteln enthalten. Um sie mit Sicherheit als die Ursache der Pockenkrankheit ansprechen zu können, müssten sie, durch mehrere Generationen hindurch künstlich gezüchtet und hierauf eingeimpft, die Pockenkrankheit hervorrufen, welches Experiment aber noch nicht ausgeführt wurde.

b) Micrococcus erysipelatosus. Dieser Spaltpilz, noch kleiner als der vorige, der doch nur 0·0005 Millimeter misst, füllt die Lymphgefässe der Haut bei Rothlauf, und zwar gerade am meisten an den Rändern der erkrankten Stelle, von welchen aus die Krankheit fortschreitet. Der Causalconnex desselben mit der Krankheit wurde durch Züchtungen und nachherige Impfungen, welche den Rothlauf nicht nur bei Kaninchen, sondern auch bei Menschen hervorriefen, ganz sichergestellt. Solche Impfungen bei Menschen waren aber, nebenbei gesagt, keine gewissenlosen Experimente,

sondern erscheinen bei Behandlung gewisser Tumoren (*Cancer, Sarcoma* etc.) angezeigt. Eine dreipercentige Lösung von Carbolsäure und eine nur einpercentige von Sublimat tödtet diesen Mikro-Organismus unfehlbar.

c) Micrococcus diphtheriticus. Bei Diphtheritis kommt dieser Spaltpilz in grossen Mengen in den diphtheritischen Membranen und in den den kranken Stellen benachbarten Lymphgefässen, selbst im Blute, in den Nieren und den Muskeln der Erkrankten vor. Diese Micrococcen sind etwas oval und messen 0·00035 bis 0·001 Millimeter. Ihre Zoogloeen bilden kugelförmige und cylindrische Klumpen und zerstören und durchdringen die benachbarten Binde- und Muskelgewebe. Neben ihnen treten in den Diphtheritismembranen auch stäbchenförmige Bacterien auf, doch sind diese letzteren ohne Zweifel nur secundäre Erscheinungen. Züchtungs- und Impfversuche fehlen noch.

d) Micrococcus pneumoniae. Ovale, in eine Kapsel eingeschlossene, etwa 0·001 Millimeter lange Spaltpilze, welche wiederholt, wie Einige wohl irrthümlich behaupten, constant in den Lungen und im Blute bei acuter croupöser Pneumonie vorkommen. Impfungsversuche bei Kaninchen, Ratten und Meerschweinchen erzeugten in den meisten Fällen Pneumonie, in anderen waren sie völlig resultatlos. Da dieser Spaltpilz in vielen zweifellosen Fällen von Pneumonie ganz fehlt oder wenigstens selbst zwischen dem dritten und neunten Tage äusserst spärlich vorkommt,

da ferner die Impfung mit dem typischen Sputum von Pneumonikern oft resultatlos bleibt, da weiter, selbst bei eintretender Erkrankung der geimpften Thiere, die Krankheit gänzlich den Charakter der Septikämie zeigt, welche auch nach Einimpfung des Speichels ganz gesunder Personen manchmal eintritt, so ist nach dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse noch durchaus nicht erwiesen, dass dieser Spaltpilz in causalem Zusammenhange mit der Pneumonie stehe.

e) Micrococcus endocarditicus. Bei *Endocarditis ulcerosa* kommen Haufen von Micrococcen in den Blutgefässen des Muskelgewebes des Herzens vor, meist in kettenartiger Anordnung. Auch diese sind noch räthselhaft.

f) Micrococcus scarlatinae. Im Blute, in den Ulcerationen der Kehle und in den sich ablösenden Schuppen der Oberhaut bei Scharlach. Nur etwa 0·0005 Millimeter Durchmesser.

g) Bei der Rinderpest wurden Micrococcen in den Lymphdrüsen und im Blute gefunden. Impfungen mit denselben erzeugten wieder Rinderpest. Durch fortgesetzte Züchtungen verloren die Micrococcen bedeutend an ihrer Giftigkeit (respective Fähigkeit, giftig zu wirken), schützten jedoch die mit solchen abgeschwächten Micrococcen geimpften Thiere eine Zeit lang vor Ansteckung durch diese Krankheit, machten sie also immun. Man kann sich aber noch nicht rühmen, die specifische Natur dieser Spaltpilze erforscht zu haben.

h) Micrococcus pyogenes aureus, der gewöhnliche Eiterpilz, erzeugt Eiterung mit orangegelbem Eiter, und nach Becker's Versuchen an Kaninchen, denen er vorher die Hinterbeine gebrochen, nach Einimpfung in die Jugularvenen acute Osteomyelitis.

i) Micrococcus pyogenes albus, im weissen Eiter.

k) Micrococcus pyogenes citreus, im citrongelben Eiter.

l) Streptococcus pyogenes, in Kettenform auftretend bei etwa 40 bis 60 Percent der Eiterarten, verbreitet sich langsamer als die vorigen.

m) Micrococcus articulorum, secundär bei eiterigen, diphtherischen Gelenksaffectionen.

n) Micrococcus des Clou de Biskra, bei den als *Bouton d'Alep* bekannten Hauterkrankungen im Orient aufgefunden.

Bacterium (Microbacterium).

Leicht in die Länge gezogen und oval, oder kurz und cylindrisch mit abgerundeten Enden. Sie vermehren sich wie die Micrococcen durch Theilung und vermögen sich mittelst an einem oder an beiden Enden vorkommender Geisseln zu bewegen, jedoch nur bei Anwesenheit von Sauerstoff. Auch sie treten in Diplococcen ähnlichen Formen auf oder bilden kurze Ketten, an welchen dann die Endglieder mit Geisseln versehen sind. Auch Zoogloeen bilden sie, deren Ele-

mente ungegeisselt sind, von deren Rändern sich jedoch stets geisseltragende Individuen ablösen.

1. Septische Bacterien: *Bacterium termo* in faulenden Flüssigkeiten und *Bacterium lineola* in stehenden, nicht faulenden Wässern.

2. Zymogene Bacterien, das Sauerwerden der Milch, des Essigs und des Bieres bewirkend.

3. Chromogene Bacterien, die gelbe Milch und das grüne Eiter erzeugend.

4. Pathogene Bacterien.

a) Bacterium septicaemiae. Stäbchen von 0·0014 Millimeter Länge und 0·0006 Millimeter Breite, bei der Septikämie der Kaninchen, Mäuse, Tauben, Hühner u. A. im Blute. Ob das im menschlichen Speichel vorkommende, bei Kaninchen durch Einimpfung Septikämie erzeugende Bacterium mit diesem identisch sei, ist noch zu ermitteln.

b) Das Bacterium von Davaine's Septikämie. Von Davaine im faulenden Ochsenblut gefunden, erzeugt es bei Kaninchen durch Einimpfung Septikämie. Diese Septikämie lässt sich auch auf Meerschweinchen übertragen, was bei der vorigen nicht der Fall ist, erzeugt aber bei Vögeln keine Wirkung.

c) Bacterium der Hühnercholera, im Blute der an dieser Krankheit verendeten Hühner. Man versucht mit Erfolg durch Einimpfung abgeschwächter Culturen die Thiere immun zu machen.

Bacillus (Desmobacterium).

Spaltpilze von Stäbchenform, mit abgerundeten oder abgestutzten Enden, deren Längsdurchmesser den Querdurchmesser stets um ein Bedeutendes übertrifft. Durch Theilung entstehen oft gerade, gekrümmte oder zickzackförmige Ketten, in passenden Nährflüssigkeiten lange Fäden — die Loptothrixform. Niemals sind solche Fäden verzweigt. Durch Färbung wird man gewahr, dass diese Fäden aus aneinandergereihten, in einer gemeinsamen Scheide befindlichen Bacillen bestehen. Die zahlreichen Bacillen unterscheiden sich von einander durch die Gestalt der einzelnen Zellen, durch die Beweglichkeit, durch die Fähigkeit, Leptothrixfäden zu bilden, und durch die Dicke und Länge der einzelnen Elemente. Das auffallendste Merkmal der Bacillen liegt in ihrer Fähigkeit, Sporen zu bilden. In dem sich trübenden Protoplasma erscheint ein heller Punkt, der allmälig an Grösse zunimmt, zumeist dicker werdend als der ursprüngliche Bacillus, bis schliesslich ein ovaler, das Licht stark brechender Körper, die Spore, resultirt, welche auch niemals so leicht eine künstliche Färbung annimmt als der Bacillus. Nie wird das ganze Protoplasma zur Bildung der Spore verwendet, sondern es bleibt ein Theil desselben an einem oder an beiden Enden der Spore übrig. Durch Platzen der Scheide werden die Sporen frei. Die Lebenszähigkeit dieser letzteren lässt die Bacillen, was Verbreitung von Infectionskrankheiten betrifft, viel gefährlicher

werden als alle übrigen Spaltpilze. Bacillen werden durch Austrocknung getödtet, ebenso durch eine Temperatur von 100° C. oder von 0°, nicht so die Sporen, welche alle diese ungünstigen Einwirkungen überdauern.

1. Septische Bacillen. Hieher gehören *Bacillus subtilis*, der Heubacillus, dessen Sporen stets massenhaft im Heu angetroffen werden. In allen an offener Luft der Zersetzung überlassenen organischen Substanzen. Ferner *Bacillus ulna*, in faulenden Flüssigkeiten, mit steiferen, dickeren Bacillen als der vorige, *Bacillus septicus* in Erde, faulendem Blut und faulenden, eiweisshältigen Flüssigkeiten, *Streptothrix Foersteri* im Thränencanal des Menschen, *Cladothrix dichotoma* in unreinen Quellen, mit scheinbar dichotom verzweigten Fäden, endlich die schon anfangs erwähnte *Beggiatoa*.

2. Zymogene Bacillen, *Bacillus butyricus*, erzeugt die Buttersäuregährung. *Dispora caucasica*, der Kephir-Bacillus, soll im Kaukasus als Gährungserreger zur Erzeugung des als Kephir bekannten Getränkes aus Milch verwendet werden; doch scheint dies auf einer Verwechslung mit *Saccharomyces mycoderma* zu beruhen.

3. Chromogene Bacillen, *Bacillus ruber*, rothe Flecken auf gekochtem Reis hervorbringend, *Bacillus erythrosporus*, Häutchen auf Fleischextract bildend, und *Bacillus syncyanus*, die blaue Färbung sauer gewordener Milch hervorbringend.

4. Pathogene Bacillen.

a) Bacillus der Septikämie der Mäuse. Im Blute, vorzüglich in den weissen Blutkörperchen der mit faulenden Flüssigkeiten geimpften Mäuse. 0·008 bis 0·010 Millimeter lang und 0·0001 bis 0·0002 Millimeter dick. Mit derartigem Blute geimpfte Hausmäuse und Spatzen crepiren unfehlbar, nicht aber Feldmäuse. Kaninchen erleiden durch die Impfung nur eine locale Entzündung, sind aber gegen alle ferneren Impfungen immun.

b) Bacillus der Septikämie des Menschen. Bei menschlicher Septikämie in den Blutgefässen der geschwollenen Lymphdrüsen, 0·001 bis 0·0025 Millimeter lang und 0·0003 bis 0·0005 Millimeter dick. Vielfach als die Erzeuger der Gangräne betrachtet.

c) Bacillus typhi abdominalis. Kleine, isolirte Herde im Darme, den Mesenterialdrüsen, der Milz, der Leber und den Nieren Typhuskranker. Ausser dem Körper nur in den Dejectionen der Kranken enthalten. Aus diesen gelangen die ausserordentlich lebenszähen Sporen in Canäle, in das Wasser, auf Felder, durch Fliegen und andere Insecten auch auf Nahrungsmittel, so dass wir in diesem Spaltpilze einen der gefährlichsten Feinde des Menschen erkennen. Der Spaltpilz ist etwa 0·0002 Millimeter dick und verschieden lang, bildet aber Fäden von 0·05 Millimeter Länge.

d) Der Bacillus des choleraähnlichen Durchfalles nach Genuss verdorbenen Fleisches. Die Bacillen sind 0·003 bis 0·009 Millimeter lang und

etwa 0·0013 Millimeter dick. Sie sind an beiden Enden abgerundet, und viele enthalten in der Mitte oder an einem Ende eine 0·001 Millimeter dicke Spore.

e) *Bacillus malariae.* Im Boden der römischen Campagna auftretend, soll mit dem in den Blutkörperchen der Malariakranken enthaltenen *Haemoplasmodium malariae* im genetischen Zusammenhange stehen.

f) *Bacillus mallei*, der Rotzbacillus. Dunkle Ketten bildend, die durch helle Sporen unterbrochen erscheinen.

g) *Bacillus leprae*, der Aussatzbacillus. 0·004 bis 0·006 Millimeter lang und weniger als 0·001 Millimeter dick, in grossen Massen in den Leprazellen. Die Ansteckung erfolgt ausserordentlich selten.

h) *Bacillus oedematis maligni.* Den Milzbrandbacillen sehr ähnliche Organismen von 0·003 bis 0·005 Millimeter Länge und etwas mehr als 0·001 Millimeter Dicke, an beiden Enden abgerundet, gerade oder plötzlich abgebrochene Ketten von Individuen, auch Leptothrix bildend. Sie erzeugen progressives gangränöses Emphysem (Pasteur's Septikämie, im Gegensatze zu Davaine's Septikämie). Bei complicirten Fracturen und tiefen Wunden, in welche Erde, Jauche u. dgl. einzudringen Gelegenheit hatte. Der Spaltpilz lebt hauptsächlich als Saprophyt in ähnlichen ihm zusagenden Substraten und war daher vor Einführung der antiseptischen Methode weit häufiger als heutzutage.

i) Der Rauschbrandbacillus erzeugt den Rauschbrand der Rinder, hämorrhagische Effusionen in

dem Unterhaut- und Zwischenmuskel-Zellgewebe der Extremitäten der Thiere, durch welche dieselben gelähmt werden und meist binnen zwei bis drei Tagen umstehen.

k) Bacillus anthracis, Milzbrandbacillus. Wohl der bekannteste Spaltpilz, der erste, der den sicheren Beweis einer Infection lieferte.

l) Bacillus tuberculosis. Im Allgemeinen dem Rotzbacillus ähnlich, nur bleiben die die Sporen verbindenden Fäden durchsichtig. In den Auswürfen der an Tuberculose Leidenden. Da im Durchschnitte jeder siebente Mensch mit dieser Krankheit behaftet ist, die Sporen 186 Tage lang lebensfähig bleiben, daher sicherlich, aus vertrockneten Sputis herrührend, allüberall in der Luft umherwirbeln (dass sie in derselben noch nicht gefunden wurden, rührt offenbar nur von der Mangelhaftigkeit unserer Untersuchungsmethoden her), ist es nur wunderbar, dass diese Seuche nicht das ganze Menschengeschlecht aufreibt. Aber wie bei allen Seuchen ist zur Infection eine bestimmte Disposition des Individuums erforderlich, eine gewisse dem Eindringen der schädlichen Organismen günstige Kränklichkeit, in diesem Falle eine Erschlaffung des die Athemwege auskleidenden Flimmerepithels, mangelhafte Ein- und Ausathmung in Folge engen Brustkastens, schlechte Ernährung u. A.

3. Schraubenbacterien.

a) Bacillus (Spirillum) cholerae asiaticae, der Kommabacillus. Erst 1884 von Koch entdeckt, ist

dies zweifellos der einzige Erreger der *Cholera asiatica.* Gekrümmte Stäbchen von nahezu gleichförmiger Dicke, manchmal an beiden Enden leicht zugespitzt, von ausserordentlicher Kleinheit; auf feuchter Leinwand und in feuchter Erde findet eine rasche Vermehrung durch Theilung statt. Sporen werden keine gebildet, daher der Pilz nach kurzer Austrocknung nicht mehr entwicklungsfähig ist. Aber auch an obgenannten günstigen Orten wird der Kommabacillus schon nach zwei bis drei Tagen von anderen Spaltpilzen überwuchert und getödtet; in Abortschläuchen findet diese Ueberwucherung schon nach 24 Stunden statt, aber auch in den Cloaken vermag sich der Cholerapilz nicht länger als sechs bis sieben Tage zu erhalten.

Da Trockenheit den Cholerabacillus schon nach zwei bis drei Stunden vollkommen tödtet, ist eine Ansteckung durch die Luft nur an solchen Stellen möglich, wo eine Versprühung von Flüssigkeiten stattfindet, z. B. an Hafenquais bei Brandung, bei Mühlrädern, vorzüglich aber bei dem Wäschewaschen. Daher ist es erklärlich, dass Wäscherinnen besonders häufig an Cholera erkranken, Aerzte und Krankenwärter aber sehr selten; dass die Stadt Lyon bisher von jeder Choleraepidemie verschont blieb, weil dort nirgends die Wäsche in den Häusern, sondern stets im Flusse gewaschen wird.

Bei Hintanhaltung aller für den Kommabacillus schädlichen Einflüsse kann er drei bis fünf Monate lang, in künstlichen Culturen auf Agar-Agar sechs bis

zehn Monate lang erhalten werden; eine Temperatur von —10° C. verträgt er längere Zeit, aber schon eine halbstündige Einwirkung einer Temperatur von 60° C. oder ein einmaliges Aufkochen tödtet ihn unfehlbar. Ebenso wird er durch eine Flüssigkeit, die nur $^1/_{2000}$ Percent Sublimat oder $^1/_4$ Percent Carbolsäure enthält, getödtet; bei Anwendung von $^1/_2$ Percent Carbolsäure schon nach wenigen Minuten.

Der Arzt Bochefontain in Paris ass Fleischkügelchen, die Cholerabacillen enthielten, und Klein in Bombay trank eine bacillenhältige Flüssigkeit, ohne zu erkranken, während ein junger Arzt in Berlin, in Koch's Laboratorium, schon in Folge der bei den Versuchen unvermeidlichen Manipulation mit Kommabacillen sich die Cholera erwarb; wir sehen demnach, dass auch bei dieser Krankheit eine gewisse Disposition vorhanden sein muss.

Der Verlauf der reinen Cholera ist stets ein sehr rascher und äusserst verschiedener. Viele Cholerakranke glauben einfach an Diarrhöe zu leiden, entleeren dabei die in ihrem Darme enthaltenen Bacillen, ohne eine Ahnung von ihrer Erkrankung zu haben, und genesen von selbst. Selbstverständlich sind derlei leichte Fälle, welche von der Umgebung nicht beachtet werden, gegenüber welchen man gar keine Vorsicht beobachtet, die für die Ausbreitung der Seuche gefährlichsten. Bei schweren Fällen tritt in Folge der Vergiftung durch die Bacillen Lähmung der Circulation und Tod ein. Wie alle Bacillen erzeugt auch

der Kommabacillus in Folge seiner Lebensthätigkeit organische Gifte, im Allgemeinen als Ptomaïne bezeichnet, welche gegenwärtig eifrig studirt werden und die Schädlichkeit der Bacillen bedingen. Daher sind nur die Dejectionen der ersten Krankheitstage und nur in frischem Zustande gefährlich, es müsste denn die beschmutzte Wäsche zusammengepackt liegen bleiben, was leider auch vorkommt, und Gelegenheit zu rascher Vermehrung des Bacillus bieten. Sind einige Tage verflossen, so werden die Kommabacillen im Darme durch Saprophyten überwuchert und getödtet; der Patient leidet nunmehr an Schleimhautnekrosen, an dem Choleratyphoid, aber nicht mehr an Cholera, und seine Dejectionen können diese Krankheit nicht mehr weiter verbreiten.

Die Ansteckung erfolgt nur durch den Mund, entweder durch Berührung, welche bei ungeschultem Personale im Wirrwarr der Aufregung leichter vor sich geht, als man glauben sollte, oder durch Nahrungsmittel, auf welche Bacillen wieder durch Berührung mit inficirten Fingern oder auch durch Insecten (Fliegen etc.) übertragen werden, und sich leicht auf denselben vermehren können, so auf Milch, Bier, Suppe u. dgl., oder, und zwar am häufigsten, durch Trinkwasser. Wie oft werden die Gefässe mit den Dejectionen in der Nähe des Brunnens gereinigt, oder selbst nur zufällig etwas davon verschüttet, und findet seinen Weg in das Wasser! Im reinen Wasser gehen die Bacillen sehr bald zu Grunde, allein nicht

alles Brunnenwasser ist rein, und selbst wo dies der Fall ist, kann unmittelbar nach der unbewussten Verunreinigung von demselben getrunken werden.

Am besten schützt man sich demnach durch peinliche Reinlichkeit in jeder Beziehung, vor Allem aber in Hinsicht auf die Nahrung, durch gutes Trinkwasser, und durch Fernhaltung aller Umstände, welche eine Disposition zu dieser Krankheit erzeugen können, also Vermeidung oder sofortige Beachtung aller gastrischen Störungen und Magenüberladungen. (Montag und Dienstag sind bekanntlich diejenigen Tage, an welchen am meisten Todesfälle nach Cholera auftraten, weil der vorhergehende Sonntag die meisten gastrischen Störungen mit sich bringt). Man nähre sich gut und habe vor Allem keine Angst, welche den Organismus herabstimmt und jeder Erkrankung zugänglich macht. Wie man sich unter allen Umständen reines Trinkwasser verschaffen könne, werde ich später ausführen.

b) Bacillus (Spirillum) Finkler und Prior. Vorigem sehr ähnlich, unterscheidet sich durch sein Verhalten in künstlichen Culturen. Soll der Erzeuger der *Cholera nostras* sein.

5. Schlingenbacterien oder Spirochäten. *Spirillum (Obermeieri)* erzeugt *Febris recurrens.*

Als eines der sichersten Schutzmittel gegen alle uns durch Spaltpilze drohenden Gefahren müssen wir nach dem Gesagten die Herabminderung, wo es möglich ist die gänzliche Aufhebung unserer Disposition

zu erlangen versuchen. Es wurde schon darauf hingedeutet, dass es unter Umständen möglich sei, durch Einführung künstlich in ihrer giftigen Wirkung abgeschwächter Spaltpilze in den Organismus, durch Impfung, den Geimpften auf kürzere oder längere Zeit, nachdem diese Impfung ein locales oder unbedeutendes Leiden hervorgerufen, gegen die befürchtete Krankheit immun zu machen. In einem Falle, bei den Pocken, hat die Wissenschaft durch Impfung einen unbestrittenen Triumph errungen. Wie verhält es sich mit der Impfung gegen Hundswuth und Cholera? Die Versuche der Cholera-Impfung, von Ferran angestellt, erwiesen sich als vollkommen wirkungslos, in Folge der ungeschickten, ganz unwissenschaftlichen Weise, in welcher sie unternommen wurden. Doch ist die Möglichkeit einer Schutzimpfung auch gegen diese Krankheit nicht ausgeschlossen.

Pasteur's höchst dankenswerthe Versuche einer Impfung gegen die Tollwuth lassen bisher leider auch noch keine positiv günstige Beurtheilung derselben platzgreifen. Pasteur impft mit dem Rückenmarke wuthkranker Thiere, welches gleich dem Speichel und dem Gehirn derselben höchst giftig wirkt, und wenn die Tollwuth überhaupt die Wirkung von Spaltpilzen ist, sicherlich dieselben am reichlichsten beherbergt. Viele Impfungen hatten ein günstiges Resultat, in einzelnen Fällen aber erkrankten die Patienten an Tollwuth und starben. Wie viele von den Geheilten waren aber wahrscheinlich von gar keinem wuthkranken

Thiere gebissen? Wie viele derselben wären auch ohne Impfung in Folge Mangels der Disposition nie erkrankt? Und — dieser Gedanke ist der betrübendste — wurden die durch diese entsetzliche Krankheit Dahingerafften nicht vielleicht erst durch die Impfung inficirt?

Viel erfreulicher sind die Resultate der menschlichen Bemühungen zur Herstellung eines von Spaltpilzen vollkommen freien Wassers.

Nach unendlich vielen Versuchen und genauen Prüfungen aller bezüglichen Apparate hat die Wissenschaft nur zweierlei Filtrirapparate als wirksam anerkannt: die Thonfilter des Assistenten Pasteur's, Chamberland in Paris, und die Mikromembranfilter (Asbestfilter) des Ingenieurs Breyer in Wien.

Die Eisenschwammfilter von Bischoff in London liefern in einem Cubikcentimeter Wasser, das in diesem Quantum 38.000 Mikrobien enthält, nach der Verwendung noch immer 24.000 Mikrobien, sind demnach unbrauchbar.

Ebenso unbrauchbar sind die Kies- und Sandfilter.

Die Papierfilter (Cellulosefilter) lassen von 40.000 in einem Cubikcentimeter enthaltenen Mikrobien bei hohem Drucke, wie er in Wasserleitungen herrscht, 8000, bei gewöhnlichem 4000 durch, sind daher auch unzureichend.

Geradezu gefährlich sind alle Kohlenfilter, die man geradezu als Zuchtstationen für Spaltpilze bezeichnen muss. Mit einem schwedischen Kohlenfilter,

das noch einen zweiten Filtrirapparat zur Reinigung des bereits filtrirten Wassers (Nachfilter) enthielt, bekam man aus einem im Cubikcentimeter 68 Mikrobien enthaltenden Wasser in der gleichen Menge **12.000** Mikrobien, nach Entfernung des Nachfilters schon weniger, nämlich **1000**, immerhin noch genug.

Chamberland's und Breyer's Filter liefern von 284 Mikrobien nach Filtrirung nur noch **4**, also ohne Zweifel das Günstigste bisher erzielte Resultat. Nun sind aber Breyer's Filter in zwei Beziehungen entschieden vorzuziehen: Erstens sind sie namhaft billiger, und zweitens liefern sie bedeutend mehr Wasser. Sie wurden daher auch von Renk, dem Assistenten Pettenkofer's, als die besten bezeichnet. Die sinnreiche Construction derselben gehört nicht hieher und möge in Fachblättern nachgelesen werden.

Allerdings müssen in Chamberland's Filtern die Thonzellen, in Breyer's Filtern die Asbestplatten alle drei Tage gewechselt werden, sobald das zu filtrirende Wasser bedenklich erscheint, da die Spaltpilze in diesem Zeitraume durch die Platten hindurchwachsen und sich jenseits derselben dann vermehren können. Dieser Wechsel zweier Platten verursacht bei Breyer's Apparat die Kosten von 14 Kreuzern.

Es wäre eine irrige Annahme, zu glauben, Filter seien nur gegen Brunnen- oder Flusswasser in Anwendung zu bringen, und eine Hochquellenwasserleitung wie die unsrige schütze von vorneherein gegen die Einwanderung der Spaltpilze. Dass sich solche im Innern

von Wasserleitungen recht wohl anzusiedeln und zu vermehren wissen, wenn sie nur einmal in dieselben eindringen, beweisen die Wasserleitungen in St. Petersburg. Daselbst leiten sie das freilich von vorneherein schädliche Newawasser, aber während in einem Cubikcentimeter des Wassers der neuen Leitung im ungünstigsten Falle 1430 Mikrobien enthalten sind, enthält ein Kubikcentimeter des Wassers der alten 71.630 Mikrobien. Hätte die zwingende Nothwendigkeit, Schwarzawasser in unsern Leitungsröhren einzuführen, umgangen werden können, so könnten wir mit Beruhigung unser köstliches Wasser trinken — nicht mehr aber heute. Die Cholera wird uns dasselbe, nach dem oben Gesagten, nie bringen, aber die Möglichkeit — ich sage nur die Möglichkeit — dass unsere Röhren durch Typhusbacillen verunreinigt wurden, und die weiteren Consequenzen, sind leider nicht völlig ausgeschlossen, wenn auch mit grosser Wahrscheinlichkeit dieses Unheil als nicht geschehen angenommen werden kann.

Ueber

Knochen und Tätowirungen

mit Rücksicht auf die Agnoscirungsfrage.

Von

DR. EDUARD RITTER VON HOFMANN,
Obersanitätsrath und Professor der gerichtlichen Medicin an der Wiener Universität.

Vortrag, gehalten den 9. Februar 1887.

(*Mit Demonstrationen.*)



Die Fälle, in denen es sich um die sogenannte Agnoscirung oder Sicherstellung der Identität von Individuen, d. h. darum handelt, wer der Betreffende ist oder sein kann, sind nicht besonders selten; namentlich kommen sie in Grossstädten, wie z. B. in Wien, häufiger vor und verdienen daher hier eine besondere Beachtung.

Bekanntlich ist die Zahl der plötzlich eines natürlichen Todes Sterbenden eine grosse; viele derselben ereilt ein solcher Tod ausserhalb ihrer Wohnungen, und es verfliessen mitunter mehrere Tage, bevor der Betreffende vermisst wird. Auch kommen Fälle vor, wo verschiedener Umstände wegen gar keine Nachforschungen von Seite der Angehörigen eingeleitet werden. Nicht selten sind die Verstorbenen vom Lande oder aus fernen Gegenden gekommen und bleiben deshalb, wenn nicht etwa durch ihre Papiere und dergleichen ihre Agnoscirung erfolgt, durch längere Zeit und mitunter für immer unbekannt.

Gross ist ferner die Zahl der unbekannten Selbstmörder und Verunglückten, die jedes Jahr liefert, und ich brauche in dieser Beziehung nur an die bedeutende

Zahl von Leichen zu erinnern, die innerhalb und unterhalb von Wien jährlich von der Donau ausgeschwemmt werden, von denen nur ein geringer Theil gleich oder bald nach ihrer Auffindung agnoscirt wird.

Nicht gar selten werden Leichen von Kindern, die eines natürlichen Todes gestorben sind, im Freien, oder in Kirchen, Häusern u. s. w. weggelegt, um die mit einem ordentlichen Begräbniss verbundenen Umstände und Kosten zu sparen, und endlich kommen Fälle vor, wo die Untersuchung ergibt, dass der Unbekannte, dessen Leiche gefunden wurde, durch fremde Hand ums Leben gekommen ist.

In allen den genannten Fällen handelt es sich keineswegs um frische und ganze Leichen. Häufig ist der Körper durch Fäulniss oder dieser analoge Processe zerstört, mitunter bis auf die Knochen, oder er ist durch Thiere mehr weniger hochgradig beschädigt und manchmal sogar zum Zwecke der Unkenntlichmachung und leichteren Beseitigung absichtlich verstümmelt, und es ist wiederholt vorgekommen, dass nur einzelne Körpertheile aufgefunden wurden. Ueberdies wird mitunter durch die Todesart selbst eine so hochgradige Verstümmelung und Formveränderung gesetzt, dass die nächsten Angehörigen Mühe haben, die Leiche zu erkennen. So kann Kopf sammt Gesicht durch einen Schuss aus unmittelbarer Nähe zu unkenntlichen Stücken zerrissen oder durch Auffallen gewaltiger Steinmassen, Balken u. s. w., oder durch Ueberführtwerden von einem Eisenbahnzug vollständig zertrüm-

mert werden. Im letzteren Falle oder nach Gerathen in in Gang begriffene Dampfmaschinen, oder durch Explosionen, z. B. beim Auffliegen einer Pulvermühle oder Dynamitfabrik, kann der ganze Körper in Fetzen zerrissen werden, so dass man Mühe hat, die einzelnen Körpertheile wieder zusammen zu bringen.

Wie durch längere Einwirkung von Flammen Leichen entstellt werden können, hat Wien in grossem Massstabe beim Ringtheaterbrande schaudernd erlebt, der eine bis dahin unerhörte Summe gleichzeitiger Agnoscirungsarbeiten nothwendig machte und zugleich in grossartiger Weise zeigte, wie Verstümmelungen die Agnoscirung wesentlich erschweren und anderseits welche Bedeutung letzterer, respective der durch sie ermöglichten Todeserklärung in socialer und rechtlicher Beziehung zukommt.

Diese Bedeutung der Agnoscirung und anderseits die Häufigkeit des Auffindens der Leichen von unbekannten Personen oder deren Reste veranlasst mich, Einiges über den Agnoscirungsvorgang mitzutheilen, der in solchen Fällen eingeschlagen wird, und insbesondere über einzelne Befunde und Untersuchungen, welche die Agnoscirung ermöglichen können.

Das am nächsten liegende Mittel hiezu ist die Aufbewahrung und Ausstellung der ganzen Leiche. Sehr praktisch ist dasselbe ausgeführt in der Pariser Morgue, einem mit Sections- und Amtslocalitäten versehenen Gebäude, in welches sämmtliche in Paris und den zugehörigen Vorstädten aufgefundene Leichen

Unbekannter übertragen und öffentlich ausgestellt werden. Das Ausstellungslocal ist ein ebenerdiger, von der Gasse leicht zugänglicher Saal, der durch eine Glaswand in zwei Theile getheilt ist, hinter welcher die Leichen auf gegen die Beschauer zu etwas geneigten Marmorplatten liegen, während ihre Kleider auf über den Köpfen angebrachten Haken hängen. Auf einer den Unterleib bedeckenden Tafel sind Zeit und Ort, sowie die Umstände der Auffindung kurz notirt.

Früher wurden die Leichen durch Berieselung mit kaltem Wasser oder desinficirenden Flüssigkeiten möglichst frisch erhalten. Gegenwärtig werden dieselben unmittelbar nach der Einbringung oder nach der behördlichen Section mittels Ammoniak-Eismaschinen zum Gefrieren gebracht und dann in dem hinter der erwähnten Glaswand befindlichen Raum exponirt, dessen Temperatur auf — 4 bis + 1° C. erhalten wird.

Bei uns, sowie in anderen Hauptstädten des Continentes und in England sind solche Ausstellungen der betreffenden Leichen nicht üblich, auch werden dieselben nur ausnahmsweise länger als eine Woche in eisgekühlten Räumen zum Zwecke einer eventuellen Sicherstellung der Identität durch Angehörige oder Bekannte aufbewahrt. In besonders wichtigen Fällen wird die ganze Leiche oder wenigstens der Kopf in Alkohol oder anderen fäulnisswidrigen Flüssigkeiten conservirt oder einbalsamirt, was durch Injection von Sublimat- oder Chlorzinklösungen in die Arterien geschieht und den weiteren Vortheil hat, dass dadurch

die durch die Fäulniss bewirkte entstellende Missfärbung und Auftreibung des Gesichtes beseitigt wird.

Eine photographische Aufnahme solcher Leichen findet leider viel zu selten statt, obgleich sie sehr am Platze wäre und principiell jedesmal vorgenommen werden sollte und auch leicht ausgeführt werden könnte. Unschwer ist es auch, Gypsmasken abzunehmen, von welchem Mittel ich wiederholt Gebrauch gemacht habe.

Selbstverständlich haben sowohl photographische Aufnahmen als die Abnahme von Gypsmasken nur einen Sinn, wenn der Kopf oder wenigstens das Gesicht erhalten sind, werden aber dann werthlos, wenn letztere durch Fäulniss, Mumificirung, Verkohlung oder Zertrümmerung unkenntlich geworden sind.

Das Hauptgewicht wird bei uns auf eine sorgfältige Aufnahme und Aufbewahrung der Kleidungsstücke und Effecten des Verstorbenen oder deren Reste gelegt, dann auf eine genaue Personsbeschreibung und protokollarische Aufnahme aller jener Körperverhältnisse, welche über das Alter, Geschlecht, Kräfte- und Gesundheitszustand, Beschäftigung und dergleichen Aufschluss zu geben vermögen oder besondere Kennzeichen darstellen, welche die nachträgliche Agnoscirung ermöglichen können.

Von diesen Untersuchungen will ich heute nur zwei besprechen, da ich voraussetze, dass diese ein allgemeines Interesse haben dürften, nämlich die Untersuchung der Knochen mit Rücksicht auf die Bestimmung

des Alters des betreffenden Individuums und das Vorkommen von sogenannten Tätowirungen.

Die Altersbestimmung aus dem Verhalten der Knochen.

Wesentliche Anhaltspunkte ergibt in dieser Beziehung das Verhalten des Schädels.

Zunächst lässt sich durch Erwägung der Grösse des Schädels leicht erkennen, ob derselbe einem Kinde oder einem älteren Individuum angehört. Ausnahmen könnten nur jene Fälle bilden, in denen wegen Zwergwuchs oder wegen sogenannter Mikrocephalie auch bei älteren Personen eine auffällige Kleinheit des Schädels besteht, oder anderseits jene abnorme Grösse des Schädels, die wir als Wasserkopf bezeichnen, welche auch bei kleinen Kindern die des Schädels von Erwachsenen nicht blos erreichen, sondern mitunter weit übersteigen kann. Solche Ausnahmsfälle sind jedoch ohne Schwierigkeit als solche zu erkennen.

Wurde constatirt, dass man es mit einem Kinderschädel zu thun hat, so lassen sich für eine nähere Altersbestimmung folgende Verhältnisse verwerthen:

Der Schädel des Neugebornen und des Säuglings in der allerersten Periode nach der Geburt ist, abgesehen durch seine Kleinheit, charakterisirt durch die offenen Nähte, die weiten Fontanellen und die zahnlosen Kiefer, sowie auch dadurch, dass gewisse Knochen, welche, wie z. B. das Hinterhauptbein, das Stirnbein,

die Schläfebeine und der Unterkiefer, später ein einziges Stück bilden, noch aus mehreren bestehen.

Bekanntlich bildet der Schädel auch bei Erwachsenen zwar eine feste knöcherne Kapsel, die jedoch nicht aus einem Gusse besteht, sondern aus mehr weniger trennbaren Stücken aufgebaut ist, von denen die meisten, insbesondere diejenigen, welche das Schädelgewölbe darstellen, durch sogenannte Nähte mit einander verbunden sind, und zwar meist in der Weise, dass die Ränder der einander berührenden Knochen ausgezackt sind und diese Zacken ineinander enge eingreifen, wodurch die betreffende Berührungslinie eine Zeichnung bietet, die mit einer sogenannten Steppnaht eine gewisse Aehnlichkeit besitzt.

Eine solche Vereinigung der Schädelknochen besteht beim Neugebornen noch nicht, sondern die Ränder der Knochen stehen von jenen der anstossenden mehr weniger ab und sind mit diesen durch mehr weniger breite Membranen oder, wie dieses namentlich am Schädelgrunde der Fall ist, durch knorpelige Massen getrennt. Ausserdem finden sich an gewissen Stellen, wo mehrere Knochen zusammenstossen, Lücken, von denen die grösste und wichtigste jene ist, welche sich in der vorderen Partie der Scheitelgegend dort findet, wo die zwei Stirnbeine mit den zwei Seitenwand- oder Scheitelbeinen zusammenstossen. Diese Lücken heissen Fontanellen, sind nur mit einer Membran ausgefüllt, und es ist insbesondere die oben erwähnte Fontanelle, welche auch die grosse genannt wird, bei jedem neu-

gebornen Kinde als eine rhombische nachgiebige Stelle oberhalb der Mitte der Stirne gleich hinter der vorderen Haarwuchsgrenze deutlich zu fühlen.

Die Fontanellen und das erwähnte Verhalten der Nähte sind eine weise Einrichtung der Natur, da durch sie eine Verkleinerung des Schädels beim seitlichen Druck ermöglicht und so die Geburt wesentlich erleichtert wird.

Am Ende des ersten Lebensjahres haben sich die Verhältnisse, wie sie am Schädel des Neugebornen bestehen, abgesehen von der Zunahme der Grösse, in mehrfachen Beziehungen geändert. Die Ränder der meisten das Schädelgewölbe bildenden Knochen sind bereits aneinander gelagert und wegen beginnender Bildung der Nahtzacken nicht mehr gegen einander beweglich. Die Stirnbeine sind bis beiläufig zur Hälfte der Stirnnaht mit einander verwachsen, ebenso sind beide Unterkieferhälften mit einander bereits fest vereinigt und die Schuppe des Schläfebeines mit dem die Gehörorgane einschliessenden Theile verwachsen. Die grosse Fontanelle ist um die Hälfte kleiner und die übrigen sind schon in den ersten Monaten nach der Geburt geschlossen. Am auffälligsten unterscheidet sich der Schädel aus dieser Lebensperiode von dem des Neugebornen durch den bereits erfolgten Durchbruch der vorderen Milchzähne, von denen am Ende des ersten Lebensjahres gewöhnlich alle acht Schneidezähne vorhanden sind.

Der Durchbruch dieser Milchzähne erfolgt in sehr regelmässiger Ordnung, wodurch wieder Anhalts-

punkte für genauere Altersbestimmungen geboten werden.

Es ist eine grosse Ausnahme, dass Kinder schon mit Zähnen auf die Welt kommen. Nach Dumas wurde dies in der Pariser Maternité unter 17.578 Neugebornen nur dreimal beobachtet. Es sind dann fast immer die unteren inneren Schneidezähne oder einer derselben, die durchgebrochen sind. Doch wird von Lobstein ein allerdings ein Unicum darstellender Fall mitgetheilt, wo gleich nach der Geburt sechs Schneidezähne gefunden wurden. Häufiger ist es vorgekommen, dass der Durchbruch der Milchzähne ungewöhnlich frühzeitig nach der Geburt begann, z. B. schon in den ersten Wochen oder Monaten.

Als Regel gilt, dass die Zähne erst im siebenten Monat nach der Geburt durchbrechen, und zwar zuerst die unteren inneren und dann die oberen inneren Schneidezähne, hierauf die oberen äusseren und schliesslich, nämlich am Ende des ersten Jahres, die unteren äusseren in Zwischenräumen von beiläufig anderthalb Monaten.

Am Ende des zweiten Jahres ist die Verwachsung der Stirnbeine vollendet, die grosse Fontanelle ist vollkommen verwachsen und in den Kiefern sind sämmtliche zwanzig Milchzähne vorhanden. Von diesen zeigen sich die ersten Backenzähne etwa im fünfzehnten Monate, worauf etwa im zwanzigsten Monate die Spitzzähne und schliesslich die zweiten Backenzähne folgen.

Im dritten Jahre verwächst die Schuppe des Hinterhauptbeines, welche den Hinterkopf bildet, mit den basalen Theilen desselben, welche mit dem obersten Halswirbel, dem sogenannten Atlas, zu einem Gelenke verbunden sind.

In den weiteren Kindesjahren bietet das Verhalten der Zähne sehr verlässliche Anhaltspunkte. Nachdem nämlich bereits früher die Milchzähne sich abgenützt und auszufallen begonnen haben, beginnt am Ende des sechsten Lebensjahres der Zahnwechsel, d. h. der Durchbruch der bleibenden Zähne, welcher Vorgang in der Regel die Zeit bis zum achtzehnten Lebensjahre zu seinem vollen Ablauf in Anspruch nimmt und mit einer grossen Regelmässigkeit sich abspielt, so dass der Grad seines Fortschrittes zu Altersbestimmungen ausgezeichnet verwerthet werden kann.

Die Keime zu den bleibenden Zähnen sind bereits in den Kiefern des Neugebornen oberhalb, respective unterhalb jener der Milchzähne vorhanden, beginnen bereits in den ersten Lebensjahren zu verknöchern und liegen schon lange vor ihrem Durchbruch gewissermassen in einer zweiten Etage hinter den Milchzähnen, so dass, wenn man vom Weisheitszahn, der erst um das achtzehnte Lebensjahr durchbricht, absieht, vor dem Beginn des Zahnwechsels in beiden Kiefern 48 Zähne, nämlich 20 Milchzähne und 28 bleibende, zu finden sind.

Sehr schön sieht man dieses Verhältniss an Schädeln vor der zweiten Zahnung verstorbener Kinder, an

welchen die vordere Kieferwand weggemeisselt ist. Man bemerkt dann sofort, dass die bleibenden Zähne keineswegs in einer Höhe, sondern einzelne tiefer, andere höher stehen, und erkennt sofort, welche früher und welche später durchbrechen werden.

Zuerst, und zwar in der Regel schon Ende des sechsten Lebensjahres, bricht der erste Mahlzahn in beiden Kiefern und auf beiden Seiten durch, wobei zu bemerken ist, dass das Milchzahngebiss keine Mahlzähne besitzt, wozu auch bei der Kleinheit der Kiefer im ersten Kindesalter kein Raum vorhanden wäre. Hierauf kommen in gleicher Reihenfolge, wie es bei den Milchzähnen der Fall war, und zwar im Verlaufe des siebenten Jahres die unteren mittleren, dann die oberen mittleren Schneidezähne, denen dann die oberen äusseren und die unteren äusseren folgen, so dass mit Ende des achten oder im Anfang des neunten Jahres meist sämmtliche bleibende Schneidezähne vorhanden sind. Dann kommen die ersten Backenzähne im zehnten, die Eckzähne im eilften, die zweiten Backenzähne im zwölften und der zweite Mahlzahn im dreizehnten Lebensjahre, und zwar in der Regel im Unterkiefer früher als im Oberkiefer. Die dritten Mahlzähne oder die Weisheitszähne verhalten sich, was ihren Durchbruch betrifft, sehr unregelmässig. Meistens sind sie, wenigstens im Unterkiefer, schon im achtzehnten Lebensjahre vorhanden, häufig erscheinen sie viel später, z. B. erst im vierundzwanzigsten Jahre oder ungleichmässig und nicht selten gar nicht. So

besass z. B. der berühmte Anatom Vesal keinen einzigen Weisheitszahn, dafür haben manche Menschen doppelte Weisheitszähne, also im Ganzen 36 Zähne, und soll dieses Verhältniss namentlich bei den Negern häufig vorkommen.

Für die weiteren Lebensperioden bietet das Verhalten der Zähne zunächst insoferne gewisse Anhaltspunkte für die Altersbestimmung, als sich dieselben bekanntlich im Laufe der Zeit abnützen, insbesondere ihre Kaukanten und Kauflächen gewissermassen abgeschliffen werden. Doch herrschen in dieser Beziehung, sowie überhaupt was den Gesundheitszustand der Zähne anbelangt, so viele individuelle Unterschiede, dass auf ein solches Verhalten allein keine sicheren Schlüsse bezüglich des Alters des concreten Individuums basirt werden können.

Auch bezüglich des Ausfallens der Zähne im hohen Alter gibt es grosse Verschiedenheiten. Insbesondere kommt es nicht gar selten vor, dass manche Personen bis ins hohe und höchste Alter hinein ein ganz schönes und festes Gebiss behalten. Als Regel gilt jedoch, dass gegen die Siebziger Jahre auch bei sonst gesunden Menschen die Zähne sich lockern und schliesslich ausfallen, worauf die Zahnfächer, in welchen die Zähne sassen, sich verflachen und schliesslich ganz verschwinden. Dadurch erhält das Greisengesicht und der Greisenschädel ein charakteristisches Aussehen, indem nämlich der Oberkiefer eigenthümlich einsinkt und sich verkürzt, während der Unterkiefer zu einem

niedrigen Reifen sich verschmälert und stärker vortritt, so dass beim geschlossenen Munde der Rand des Oberkiefers hinter jenem des Unterkiefers zu liegen kommt.

Von den übrigen Veränderungen, welche am Schädel mit zunehmendem Alter eintreten, will ich nur die Verwachsung der einzelnen Schädelknochen erwähnen, welche nach vollendetem Knochenwachsthum beginnt. Schon früher, nämlich etwa im sechzehnten Jahre, hat bereits am Schädelgrunde die Verwachsung des vorderen Endes des Körpers des Hinterhauptbeines mit der Hinterfläche des Keilbeinkörpers begonnen und ist etwa im zwanzigsten Jahre vollendet, welches Verhalten, da die Verwachsung typisch von aussen nach innen geschieht, sich sehr gut für Altersbestimmungen verwerthen lässt. Die Verwachsung der übrigen Kopfknochen beginnt erst nach vollendetem Wachsthum, und das Nichteingetretensein einer solchen und die bereits bestehende Verschmelzung des Hinterhauptknochens mit dem Keilbein charakterisirt den jugendlichen Schädel, insbesondere den der Zwanzigerjahre.

An einem solchen Schädel lassen sich die einzelnen Knochen, aus welchen er besteht, leicht von einander trennen, und diese werden daher vorzugsweise zu anatomischen Zwecken, respective zum Studium der einzelnen Schädelknochen benützt. Später ist eine solche Zerlegung des Schädels desto schwerer möglich, je älter das Individuum bereits geworden ist. Aus diesem Grunde und wegen zunehmender Festigkeit der Knochen

erhalten sich die Schädel älterer Personen (der Greise ausgenommen) im Grabe u. s. w. länger als die von jüngeren.

Frühzeitig verwachsen die das Gesichtsskelet bildenden Knochen, ausgenommen den Unterkiefer, mit einander, und sie lösen sich in der ersten Zeit nach ihrer Verwachsung, wenn der Schädel durch Fäulniss zerfällt, im Ganzen von den übrigen hinter der sogenannten Kranznaht gelegenen Partien des Schädels wie eine Maske ab. Solchen „Masken“ begegnet man bei Exhumationen häufig und kann dann sofort daraus erkennen, dass man es mit dem Schädel eines noch verhältnissmässig jungen Individuums zu thun hat.

Gegen das dreissigste Jahr beginnt die Pfeilnaht, gegen das vierzigste auch die Kranznaht, später auch die Hinterhaupts- oder Lambdanaht und am spätesten die Warzennaht zu verwachsen. Im hohen Alter sind alle Nähte mehr weniger vollständig verwachsen, die Nahtspuren mitunter nur angedeutet. Zugleich fängt an ein Schwund der Knochensubstanz sich auszubilden, wodurch die Schädelknochen poröser und leichter und stellenweise auch dünner werden. Letzteres gilt insbesondere von den Scheitelwölbungen, die an typischen Greisenschädeln wie abgeschliffen und bis zum Durchscheinen verdünnt sich finden.

Auch die übrigen Knochen bieten abgesehen von den durch zunehmendes Wachsthum sich ändernden Dimensionen wichtige Altersverschiedenheiten.

Diese betreffen insbesondere das Verhalten der sogenannten Epiphysen oder Ansatzstücke, welches sich am auffälligsten bei den langen Röhrenknochen der Gliedmassen constatiren lässt. An diesen Knochen lässt sich ein Mittelstück und zwei Endstücke unterscheiden. Zur Zeit der Geburt sind nur die Mittelstücke oder Schäfte dieser Knochen, die sogenannten Diaphysen verknöchert, die Endstücke jedoch noch knorpelig und von diesen durch eine scharfe Grenzlinie getrennt. In der Mitte einzelner dieser Endstücke, namentlich sehr constant in dem unteren Endstück des Oberschenkelknochens findet sich bei ausgetragenen Kindern schon zur Zeit der Geburt eine verknöcherte, in Form und Grösse einer kleinen Erbse vergleichbare Stelle, in den meisten aber entwickelt sie sich erst in den ersten Monaten nach der Geburt. Die Stelle, welche der Verknöcherungskern genannt wird, vergrössert sich mit zunehmender Entwicklung des Kindes immer mehr, bis endlich im späteren Kindesalter oder zur Zeit eintretender Geschlechtsreife (Pubertät) das ganze Ansatzstück verknöchert ist. Hierauf erst beginnt dasselbe mit dem Mittelstücke zu verwachsen, welche Verwachsung bei einzelnen Epiphysen schon zur Zeit der Pubertät vollendet ist, bei den meisten aber erst um das zwanzigste Jahr sich abschliesst und dann die Vollendung des Wachsthums bedeutet.

Ich will hier nur das Verhalten der Epiphysen des Oberarmknochens näher besprechen, welches besonders typisch und daher für Altersbestimmung besonders

verwerthbar sich gestaltet. Die obere Epiphyse dieses Knochens ist bei der Geburt in der Regel noch ganz knorpelig. Sie sitzt etwas schief dem Ende des Mittelstückes auf und besitzt nach aussen einen Vorsprung, den sogenannten grossen Höcker. Im ersten bis dritten Monat nach der Geburt zeigt sich ein Ossificationspunkt im Centrum, welcher im sechsten Monat etwa die Grösse einer Erbse und am Ende des ersten Jahres die einer Bohne erreicht. Im Laufe des zweiten Jahres entwickelt sich auch in dem erwähnten Höcker ein Knochenkern, der im fünften Jahre mit jenem des Oberarmkopfes zu einem Ganzen verschmilzt und mit diesem weiter wächst, bis der ganze Kopf verknöchert. Etwa um das sechzehnte Lebensjahr beginnt die nun verknöcherte, bis dahin vom Mittelstücke durch einen knorpeligen Streifen getrennte Epiphyse mit letzterem zu verwachsen und ist diese Verwachsung in der Regel im zwanzigsten Jahre vollendet. Doch lässt sich im Durchschnitt noch bis zum zweiundzwanzigsten bis sechsundzwanzigsten Jahre die ehemals bestandene Trennung an der lichteren Farbe des Gelenkkopfes und einer feinen Knochenlinie erkennen, welche an jener Stelle sich findet, welche früher der trennende Knorpelstreif eingenommen hatte.

Im unteren Ansatzknorpel des Oberarmbeins, und zwar in dessen äusserem Antheil entwickelt sich schon gegen Ende des ersten Lebensjahres ein allmälig sich besonders nach innen vergrössernder Knochenkern. Erst im zehnten Jahre tritt auch in dem inneren

Antheil des Ansatzknorpels in der sogenannten Rolle ein Knochenkern auf, der etwa im vierzehnten Jahre mit dem früher genannten verschmilzt. Die verknöcherte Epiphyse vereinigt sich dann im fünfzehnten bis sechzehnten Jahre mit dem Mittelstück. Diese Epiphyse besitzt auf der äusseren und inneren Seite je einen höckerigen Vorsprung, welcher ebenfalls ursprünglich knorpelig ist und Epicondylus genannt wird. In beiden treten selbstständige Knochenkerne auf, und zwar im inneren im vierten, im äusseren erst im zwölften bis dreizehnten Jahre. Letzterer verschmilzt schon in den nächsten ein bis zwei Jahren mit der Epiphyse, ersterer jedoch erst gegen das achtzehnte Jahr, während er bis dahin wie eine kleine Kuppe oder wie ein Wachstropfen dem betreffenden bereits vollständig verknöcherten und auch mit dem Mittelstück schon völlig verschmolzenen Ansatzstück aufsitzt.

Auch die sogenannten kurzen und die flachen Knochen besitzen grösstentheils Epiphysen, deren Verknöcherung und Verwachsung gesetzmässig erfolgt, daher bei Altersbestimmungen wichtig ist.

Von diesen Knochen will ich nur die Rückgratswirbel und die Beckenknochen erwähnen, weil die Epiphysen derselben die letzten sind, welche mit dem Knochenkörper verwachsen und daher das Skeletwachsthum gewissermassen abschliessen.

Jeder Wirbelkörper besitzt an seiner oberen und unteren Fläche eine scheibenförmige Epiphyse. In dieser finden sich schon vom zehnten oder eilften

Lebensjahre an kleine Knochenkerne, welche, allmälig sich vergrössernd und zusammenschmelzend, schliesslich, und zwar erst nach eingetretener Geschlechtsreife, eine zusammenhängende scheibenförmige dünne Knochenplatte bilden, welche an die betreffende Fläche des Wirbelkörpers wie angeleimt ist und von dieser sich absprengen lässt. Diese Knochenplatten verwachsen erst um das zweiundzwanzigste Jahr mit den Wirbelkörpern vollständig, und zwar in den centralen Partien früher als in den peripheren, so dass man noch vor völliger Verwachsung eine feine Rinne zwischen dem äusseren Rande der Epiphyse und dem der betreffenden Wirbelkörperfläche bemerken kann, und zwar am längsten und deutlichsten an den grösseren Wirbeln, besonders also an den untersten Lendenwirbeln.

Für Altersbestimmungen besonders werthvolle Skeletbestandtheile sind die Hüftbeine, welche bekanntlich mit dem Kreuzbein das sogenannte Becken bilden.

Beim Erwachsenen bildet jedes Hüftbein einen soliden zusammenhängenden Knochenkörper, an welchem man drei Theile unterscheidet, das schaufelförmig gestaltete und die Hauptmasse des Hüftknochens bildende Darmbein, dann das mit dem analogen Theil des andern Hüftbeins die vordere Spange des Beckenringes zusammensetzende Schambein, und das einen bogenförmigen, nach unten convexen breiten Knochenstreif bildende Sitzbein.

Diese Theile sind ursprünglich getrennt, und zwar durch eine dreistrahlige Knorpelfuge, welche vom Grunde der Hüftgelenkspfanne ausgeht. Schon im sechsten bis achten Jahre verwächst das Schambein mit dem Sitzbein, im fünfzehnten bis sechzehnten Jahre letzteres mit dem Darmbein und erst um das achtzehnte bis neunzehnte Jahr das Darm- mit dem Schambein.

Bis zum fünfzehnten oder sechzehnten Jahre werden die meisten Ränder dieser Knochen, insbesondere der obere Rand des Darmbeines und die unteren Ränder des Sitzbeines, sowie der sogenannte Schambogen von einem knorpeligen Streif gebildet, in welchem um diese Zeit Verknöcherungsherde auftauchen, die sich vergrössern und etwa um das achtzehnte Jahr zu einem Knochenstreif verschmelzen, der wie ein Reifen dem betreffenden Knochenrande aufsitzt und mit diesem erst nach dem zwanzigsten Jahre völlig verschmilzt.

Wir sehen demnach, dass das Wachsthum und die Ausbildung des ganzen Skeletes sowohl als der einzelnen dasselbe zusammensetzenden Knochen mit einer grossen Gesetzmässigkeit erfolgt, und dass wir demnach bis zum Zeitpunkte der Vollendung des Körperwachsthums, also bis zum vierundzwanzigsten Jahre selbst aus dem Verhalten einzelner Knochen sehr genaue Altersbestimmungen zu machen vermögen.

Schwieriger ist schon die Sache in der Periode vom vollendeten Wachsthum bis zum Greisenalter, da innerhalb dieser Zeit, ausgenommen, wie bereits

erwähnt, am Schädel, keine wesentlichen und gesetzmässige Veränderungen am Skelete eintreten.

Das Brustbein kann insoferne einen Anhaltspunkt bieten, als zwischen dem vierzigsten und fünfzigsten Jahre der Körper desselben mit dem sogenannten schwertförmigen Fortsatz verwächst. Am werthvollsten ist in dieser Periode das Verhalten des Kehlkopfes und der Rippenknorpel.

Ersterer beginnt um das dreissigste Jahr zu verknöchern und zu verkalken, namentlich zuerst an der Kante des sogenannten Adamsapfels, welche Veränderung stetig vorwärtsschreitet und schliesslich etwa zwischen vierzig bis fünfzig Jahren den ganzen Kehlkopf in ein knochenhartes Gerüst verwandelt, welches als solches gefunden werden kann, nachdem bereits alle Weichtheile durch die Fäulniss zerstört worden sind. Doch gilt dies nur für den männlichen Kehlkopf, während der weibliche seine Weichheit, Schneidbarkeit und Fäulnissfähigkeit bis ins hohe Alter hinein zu bewahren pflegt.

Die Rippenknorpel, d. h. die die vorderen Enden der Rippen mit dem Brustbein verbindenden Knorpelstreifen beginnen ebenfalls um das dreissigste Lebensjahr, beim Weibe in der Regel später zu verknöchern, und zwar die obersten meist früher als die unteren, und gegen das fünfzigste Jahr zu ist die Verknöcherung meist eine vollständige, so dass die ehemaligen Rippenknorpeln ebenso hart und starr sind wie die Rippen selbst und daher beim Eröffnen des Brustkastens nicht

mehr mit dem Messer zu durchschneiden sind, sondern durchgesägt werden müssen. Natürlich widerstehen sie dann auch der Fäulniss und können daher selbst nach vielen Jahren beweisen, dass das betreffende Individuum ein bereits in höherem Alter befindliches gewesen ist.

Im Greisenalter stellt sich ebenso wie am Schädel so auch am übrigen Skelet Knochenschwund ein, der die Knochen leichter, poröser und brüchiger macht und auf ein desto höheres Alter schliessen lässt, je weiter derselbe bereits gediehen ist.

Zu den sonstigen Körperverhältnissen, welche zur Sicherstellung der Identität eines Individuums beitragen können und daher sorgfältig aufgenommen werden müssen, gehören das Geschlecht, der Ernährungs-, Kräfte- und Gesundheitszustand, dann aber die Detailverhältnisse an den einzelnen Körpertheilen, so z. B. am Kopfe die Form desselben und des Gesichtes, die Beschaffenheit der Kopf- und Barthaare, der Augen, der Gesichtshaut und endlich die an dem betreffenden Individuum sich etwa findenden besonderen Merkmale, wozu ausser Narben, Warzen, Muttermälern, abnormer Bildung und Verkrüppelung der Körpertheile auch die sogenannten

Tätowirungen

zu rechnen sind.

Unter letzteren versteht man Zeichnungen, Buchstaben oder Ziffern, die man in der Haut in der Weise erzeugt, dass die betreffende Zeichnung etc. zuerst mit Nadelstichen ausgeführt und unmittelbar darauf in die frischen Wunden ein Farbstoff eingerieben wird, welcher in diesen einheilt und so die Zeichnung dauernd fixirt.

Man denkt, wenn man von Tätowirungen liest und spricht, immer zunächst an wilde Völkerschaften, insbesondere an Indianer, bei welchen, wie bekannt, das Tätowiren allgemein, theils aus Eitelkeit, theils um sich ein furchterweckendes Aussehen zu geben, auch als Zeichen der erreichten Mannbarkeit und Wehrhaftigkeit, oder zum Zwecke der Fixirung wichtiger Erlebnisse allgemein geübt wird und von welchen auch der ganze Vorgang und die daraus resultirenden Zeichnungen den Namen führen, da das Wort Tätowiren von dem polynesischen Worte tau oder tatau stammt, welches: mit Linien bezeichnen oder zeichnen überhaupt bedeutet. In der That findet man bei diesen besonders grossartige Tätowirungen und mitunter wahre Kunstleistungen. Ich bin in der Lage, Ihnen ein ansehnliches Stück der tätowirten Haut eines indianischen Häuptlings zu demonstriren, welches der Sammlung der dermatologischen Klinik des Herrn Prof. Kaposi angehört und sowohl durch die reichhaltige und kunstvolle Ausführung des Dessins, als durch die Schönheit und Lebhaftigkeit der Farben sich auszeichnet.

Als Seitenstück erlaube ich mir aus Hebra's Atlas der Hautkrankheiten die Abbildung eines über und über tätowirten Griechen herumzugeben, welcher sich vor einigen Jahren den ärztlichen Gesellschaften vorstellte und über die Provenienz seiner Tätowirungen ziemlich romanhafte Angaben machte. Er will nämlich mit zwei Gefährten von afrikanischen Seeräubern gefangen genommen und von diesen aus Bosheit tätowirt worden sein. Das Tätowiren soll zwei Monate gedauert haben und jeden Tag hatten sechs Mann einen anderen Körpertheil in Angriff genommen. Die Schmerzen und die nachfolgende Entzündung sollen sehr bedeutend und er auch der einzige gewesen sein, der die ganze Procedur aushielt, während seine zwei Kameraden, die dem gleichen Verfahren unterzogen wurden, zu Grunde gingen. Diese Geschichte ist wahrscheinlich gänzlich erfunden oder wenigstens stark übertrieben, da an der Nordküste von Afrika, namentlich in Algier, wo sich der Mann offenbar lange Jahre aufgehalten hatte, das Tätowiren allgemein üblich ist und nicht gar selten auf den ganzen Körper oder den grössten Theil des Körpers ausgedehnt wird. So fand z. B. Prof. Lacassagne in Lyon, der lange Zeit in Algier als Militärarzt diente, in einem algierischen Bataillon 360 Soldaten tätowirt und darunter 29 am ganzen Körper. Bravour, Prahlerei und Nachahmungstrieb hatten die Betreffenden veranlasst, sich solchen Operationen zu unterziehen, und man kann mit Recht vermuthen, dass in ähnlicher Weise auch die des Griechen ent-

standen sind, dessen Abbildung ich eben herumgegeben habe.

Auch in unseren Gegenden gehören Tätowirungen nicht zu den Seltenheiten. Sie finden sich nur ausnahmsweise in besseren Ständen, dagegen häufig bei Handwerkern, Soldaten, Matrosen und merkwürdiger Weise sehr häufig bei Sträflingen, was von criminal-anthropologischer Seite einestheils als eine atavistische Erscheinung, d. h. als Symptom eines Rückfalles dieser Menschen in frühere, durch die Cultur von unserer Generation bereits überwundene Urzustände, anderseits als Beweis des Schwachsinnes vieler Verbrecher, die gegen ihr eigenes Interesse solche dauernde Marken an ihrem Körper anbringen, statt Alles zu vermeiden, was bei neuerlichen Collisionen mit der Polizei oder mit dem Strafgesetz ihre Person noch auffälliger zu machen und ihre Agnoscirung wesentlich zu erleichtern vermag, gelten kann.

Das wichtigste Motiv der Tätowirung ist auch in unseren Gegenden eine gewisse Eitelkeit, indem in der betreffenden Tätowirung einestheils eine Art von Zierde, anderseits der Beweis von Muth und der Fähigkeit Schmerz zu ertragen, gesehen wird. Ausserdem scheint eine solche Marke als ein Abzeichen zu dienen, sowie auch als ein Zeichen der Erinnerung an gewisse Zeiten oder Erlebnisse und nicht selten eine Huldigung der Geliebten zu sein, wenn die Tätowirung aus deren Namen oder den Anfangsbuchstaben desselben besteht.

Beim weiblichen Geschlechte sind in unseren Regionen Tätowirungen ungemein selten, am ehesten finden sich solche noch in den grossen Hafenstädten und auch da nur bei den alleruntersten Classen.

Die Instrumente, mit welchen das Dessin ausgestochen wird, sind in der Regel sehr primitiver Natur. Meist sind es nämlich einzelne oder mehrere zusammengebundene Nadeln, die entweder frei eingestochen oder durch einen leichten plötzlichen Schlag mit irgend einem Gegenstand in die oberen Hautschichten eingetrieben werden. Seltener bedient man sich einer spitzen dünnen Messerklinge, einer Ahle oder dergleichen. Wo das Tätowiren geschäftsmässig betrieben wird, werden sogenannte Tätowirpressen verwendet, nämlich Apparate, in welchen schon die ganze Zeichnung mittelst hervorragender Nadeln angebracht ist, welche sämmtlich auf einmal entweder durch festen Druck, oder durch einen Schlag auf das Instrument oder mittelst einer eigenen federnden Vorrichtung in die Haut eingetrieben werden. Solcher Vorrichtungen bedient man sich z. B. in Jerusalem, wo vor den Kirchen das Tätowiren als eine Art Industrie betrieben wird und zahlreiche Gläubige sich fromme Sprüche oder religiöse Embleme zum Andenken an ihre Pilgerfahrt zum heiligen Grabe einimpfen lassen.

Die Farbstoffe, mit welchen die frischen Stichöffnungen eingerieben werden, sind verschieden. Am häufigsten werden blaue oder schwarze Farben benützt, z. B. Berlinerblau, Waschblau, Tusche, Tinte oder

Kohlenpulver, Schiesspulver und häufig Asche, insbesondere Tabakasche, welche graue Färbungen zurücklässt. Rothe Tätowirungen werden fast immer mit Zinnober, selten mit Minium erzeugt. Andere Farben sind bei uns eine grosse Rarität, doch können begreiflicher Weise alle möglichen Farben benützt werden. Combinationen von rothen, blauen, schwarzen und grauen Farben sind nicht gar selten.

Die Stelle, die zum Tätowiren meistens gewählt wird, ist die Beugeseite des Ober- oder Unterarmes, seltener die Brust oder der Handrücken. Tätowirungen im Gesicht und am Hals kommen nur ausnahmsweise zur Beobachtung, dagegen sind solche an versteckten Körperstellen nicht gar selten. Meist findet man nur vereinzelte solche Marken, manchmal aber auch mehrere an einem und demselben Individuum, z. B. an beiden Armen und an der Brust. Tätowirungen des ganzen Körpers habe ich noch niemals gesehen, dagegen an der Leiche eines Sträflings eine grosse Zahl von Tätowirungen, die beide Arme an beiden Seiten und die ganze Vorderfläche der Brust bedeckten.

Den Gegenstand der Tätowirung bilden am häufigsten Buchstaben und Zahlen. Erstere sind meist die Anfangsbuchstaben des eigenen Namens, seltener des Namens der Geliebten oder befreundeter Personen und die Zahlen bedeuten meist entweder das Geburtsjahr des Tätowirten oder das Jahr, in welchem die Tätowirung geschah. Mitunter findet man das ganze Nationale des Betreffenden eingeimpft, seltener Sprüche, Excla-

mationen, oder gar, wie z.B. bei Sträflingen, Drohungen. Auch Verse wurden schon gefunden.

Die Zeichnungen bilden entweder eine arabesken- oder kranzartige Umrahmung der Buchstaben, Worte oder Zahlen, oder sie finden sich selbstständig oder in anderweitiger Combination mit letzteren und können ganz heterogene Dinge darstellen, so z. B. Herzen, Kronen, Fahnen, Sterne, verschlungene Hände, Blumen oder verschiedene Thiere, z. B. schnäbelnde Tauben, einen Schwan, eine Schlange, einen Adler und dergleichen. Religiöse Embleme sind häufig, so Kreuze, „Glaube, Hoffnung und Liebe“, Engel etc. Am wichtigsten sind für die Agnoscirung ausser Worten und Zahlen, die sich auf das Nationale des Individuums beziehen, Zeichnungen, die in einer Beziehung mit dem früheren oder gegenwärtigen Stand desselben stehen. Solche finden sich häufig, so z. B. Waffen, Helme, Tschakos, aus deren Beschaffenheit man meist leicht den ehemaligen Soldaten und die Waffengattung, bei der er diente, erkennen kann. Mitunter ist überdies die Truppengattung, das Bataillon und selbst die Compagnie mit Worten und Zahlen beigefügt. Bei Seeleuten wieder finden sich Anker, Schiffe, Matrosenmützen und dergleichen und mitunter ist ebenso wie bei Soldaten der Mann in voller Gestalt und Ausrüstung eintätowirt.

Sehr gewöhnlich sind Embleme des Handwerkes oder Gewerbes, dem der Betreffende angehört, z. B. Maurerkellen, Hammer und Amboss, Ochsenkopf mit

gekreuzten Beilen, Zimmermanns-, Tischler-, Schneiderwerkzeuge, Hirschköpfe mit Jagdgeräthen u. dgl.

In anderen Fällen findet man die verschiedensten Phantasiegegenstände abgebildet, und es wird in dieser Beziehung mitunter dem Muthwillen und der Frivolität schrankenlos freier Lauf gelassen.

Die betreffenden Zeichnungen, Buchstaben etc. sind in der Regel sehr primitiv und roh ausgeführt, mitunter findet man jedoch Tätowirungen, die nett und mit Geschick ausgeführt sind und selbst, wenn sie nicht etwa durch sogenannte Tätowirpressen, sondern aus freier Hand gemacht worden sind, in ihrer Art künstlerische Leistungen darstellen.

Unter den Tätowirungen, die mein Museum besitzt und von denen ich einige vorzuzeigen mir erlaube, befinden sich welche, die jene Bezeichnung verdienen, insbesondere eine grosse, auf der Brust eines Mannes gefundene Tätowirung, die zwei einen Baldachin tragende schwebende Engel darstellt und mit verschiedenem sonstigen Beiwerk ausgestattet ist.

Die Wichtigkeit des Befundes solcher Tätowirungen liegt auf der Hand. Sie erleichtern nicht blos die Agnoscirung des Individuums durch seine Angehörigen oder Bekannten, sondern gestatten auch an sich gewisse Schlüsse auf den Stand des Unbekannten, sein Alter, sein Vorleben und ähnliche sowohl für die Agnoscirung, als für die weitere Verfolgung des einzelnen Falles wichtige Verhältnisse.

In einer ansehnlichen Zahl der von mir untersuchten Leichen Unbekannter hat der Befund von Tätowirungen und die Beschaffenheit dieser wesentlich zur Agnoscirung der Betreffenden beigetragen, und in der Literatur sind mehrere Fälle verzeichnet, wo ein solcher Befund eine wichtige Rolle in Criminalfällen spielte.

So wurde in einem Falle die Leiche eines unbekannten Mannes in einer Senkgrube gefunden, und man dachte anfangs, dass derselbe im berauschten Zustande in die Grube gefallen und ertrunken sei. Bei der Obduction fanden sich zwar Zeichen des Erstickungstodes, aber keine Ertrinkungsflüssigkeit in den Lungen, und auch im Magen weder Senkgrubeninhalt noch Alkoholgeruch, wohl aber Contusionen am Kopfe und Würgespuren am Halse. Der Mann war sonach erwürgt und erst als Leiche in jene Grube geworfen worden. An beiden Armen und auf der Brust wurden Tätowirungen gefunden, und diese enthielten auf dem einen Arme das Wort: „Rache“ über einem mit einem Dolche durchbohrten Herzen und auf dem anderen die Worte: „Tod den Gensdarmen.“ Man schloss daraus, dass man es mit einem ehemaligen Sträfling zu thun habe, und die weiteren Nachforschungen ergaben in der That, dass der Mann ein solcher war und, wie man im Vorhinein vermuthet hatte, mit seinen Genossen, anderen Verbrechern, in Streit gerathen und von diesen umgebracht und dann in jene Grube geworfen worden war.

Auch in einem von Casper in Berlin vor mehreren Decennien untersuchten Criminalfall spielte eine Tätowirung eine Rolle. Er betraf einen Mann, der mit ganz zerschossenem und nachträglich abgeschnittenem Kopfe, somit zweifellos ermordet gefunden worden war, dessen Identität lange nicht sichergestellt werden konnte und dessen Leiche dreimal zum Zwecke der Agnoscirung ausgegraben wurde. Das erste Mal neun Tage nach der Obduction, weil eine Person behauptete, ihr Mann werde vermisst und ihn in der Person des Ermordeten vermuthete. In der That behauptete sie, ihren Mann zu erkennen, die Sache stellte sich aber später als Betrug oder Täuschung heraus. Nachträglich tauchte der Verdacht auf, dass die Leiche die eines Viehhändlers sein könne, und es wurde angegeben, dass derselbe eine Tätowirung am Arme gehabt habe. Um diese zu constatiren, wurde die Leiche abermals, und zwar fünf Monate nach dem Tode exhumirt, jedoch resultatlos, da die Weichtheile bereits verfault waren. Trotzdem wurde die Vermuthung, dass es die Leiche des betreffenden Viehhändlers sei, immer stärker, und es wurde auch ein gewisser Schall verhaftet, in dessen Gesellschaft der Viehhändler kurz vor seiner Ermordung in jener Gegend gesehen worden war, dessen Ueberführung jedoch insoferne ihre Schwierigkeiten hatte, als die Identität der Leiche des Ermordeten mit dem Viehhändler nicht mit Sicherheit constatirt werden konnte. Endlich wurde die Geliebte des Viehhändlers eruirt, welche angab, dass Letzterer eigen-

thümliche Zähne hatte, an welchen sie ihn erkennen könnte. Es kam somit, und zwar nach 2 1/4 Jahren, zur dritten Ausgrabung, wobei sich die Angaben der Frau als richtig erwiesen, so dass nun, nachdem auch andere Erhebungen die Identität ausser Zweifel stellten, der Process gegen Schall zu Ende geführt werden konnte. Dieser wurde auch des Raubmordes schuldig erkannt und hingerichtet.

Die verehrten Anwesenden werden sich vielleicht noch an den unter dem Namen „Tichborne-Process“ bekannten grossen Erbschaftsprocess erinnern, der 1873 in England verhandelt wurde und grosses Aufsehen erregte. Es war nämlich ein Mann aufgetreten, der sich für Tichborne, den verschwundenen Erben eines grossen Vermögens ausgab und seine Rolle mit grosser Sicherheit und bedeutendem Geschick zu spielen wusste, so dass eine grosse Zahl von Leuten sich für überzeugt hielt, dass er der echte Tichborne sei. Schliesslich wurde der Mann doch als Schwindler entlarvt, wozu eine Tätowirung nicht unwesentlich beigetragen hatte. Es wurde nämlich erwiesen, dass Lord Bellow, ein Schulfreund des echten Tichborne, diesen und sich zugleich im Jahre 1847/48 tätowirt hatte, und zwar am linken Arme mit Chinatinte die Buchstaben: R. C. T. Es waren diese Marken bei Tichborne noch zur Zeit seiner Abreise von England 1852 gesehen worden, und bei Lord Bellow waren sie, wie er vor Gericht zeigte, noch vollkommen erhalten. Der falsche Tichborne wusste nicht allein hievon nichts,

beschwor, niemals tätowirt worden zu sein und war es auch nicht.

Aus Anlass der letzterwähnten Fälle tauchte die Frage auf, ob und unter welchen Bedingungen Tätowirungen wieder verschwinden können. Untersuchungen, die in dieser Richtung von deutschen und französischen Forschern angestellt wurden, ergaben, dass ein solches Verschwinden thatsächlich möglich ist.

Casper untersuchte 1854 die Bewohner des Berliner Invalidenhauses und fand, dass unter 36 Tätowirten bei dreien die Marken im Laufe der Zeit ausgebleicht, bei zweien theilweise und bei vieren gänzlich verschwunden waren, und zwar nach etwa 30 Jahren. Dagegen waren sie bei mehreren Invaliden noch nach mehr als 40, bei einem sogar noch nach 54 Jahren deutlich.

Im Jahre 1855 wurden von Hutin ähnliche Untersuchungen im Pariser Invalidenhause angestellt. Unter 3000 Invaliden fand er 506, die früher tätowirt worden waren. Bei 47 waren die Marken vollkommen verschwunden, also etwa in zehn Fällen einmal. Auch Tardieu, welcher 76 früher Tätowirte untersuchte, fand bei dreien keine Spur mehr der betreffenden Marken.

Dieses Verschwinden der Tätowirungen wird vorzugsweise durch die Lymphgefässe vermittelt, welche den betreffenden Farbstoff allmälig aufsaugen. Dafür spricht namentlich der Umstand, dass man schon sehr frühzeitig nach geschehenem Tätowiren den Farbstoff,

mit welchem letzteres geschah, in den benachbarten Lymphdrüsen, z. B. nach Tätowirungen am Arme in den Achseldrüsen findet. Ueber die benachbarten Lymphdrüsen kommt der Farbstoff, besonders unlöslicher, nicht hinaus, sondern bleibt in denselben, die gewissermassen ein complicirtes Netzwerk von Lymphgefässen darstellen, stecken, speichert sich dort in dem Masse auf, als die Tätowirung abblasst, und kann daher daselbst noch gefunden werden, nachdem die Tätowirmarke bereits lange und vollständig verschwunden ist, was gelegenheitlich von begreiflicher Wichtigkeit sein kann.

Das frühere oder spätere Abblassen oder gänzliche Verschwinden der Marken hängt vorzugsweise von dem Umstande ab, ob ein gelöster oder ungelöster Farbstoff zur Anwendung gekommen ist. Gelöste Farbstoffe, wie z. B. gewöhnliche Tinte verschwinden am frühesten, theils durch Aufsaugung, theils durch chemische Zersetzung. Ungelöste, d. h. pulverförmige oder in den betreffenden Flüssigkeiten nur fein suspendirte Farbstoffe, wie Kohle, Russ, Tusche, Asche, Berlinerblau, Zinnober und dergleichen widerstehen dagegen der Aufsaugung durch Decennien, und zwar desto länger, je gröber die Farbstoffpartikelchen gewesen sind.

Interessant ist die Frage, ob man Tätowirungen künstlich wegbringen kann. Von französischen Autoren werden Angaben gemacht, dass mitunter von Verbrechern mit mehr weniger Erfolg versucht wird, die ihnen unangenehmen, weil verrätherischen Marken zu

entfernen. Auch kommt mitunter in der ärztlichen Praxis vor, dass Personen, welche die Tätowirungsmarken, die sie sich in der Jugend oder in einem früheren Stande anbringen liessen, nun geniren, die Entfernung derselben verlangen.

Bis zu einem gewissen Grade ist eine solche Beseitigung möglich. Ausser durch Ausschneiden der betreffenden Stelle, die namentlich bei sehr kleinen Marken ausführbar wäre, können letztere zunächst weggeätzt werden. Diese Methode soll besonders von französischen Sträflingen geübt werden, welche ätzende Säuren dazu benützen. Wenn der eingeheilte Farbstoff nur in den obersten Hautschichten sitzt, so genügt eine oberflächliche Verschorfung zur Beseitigung der Marke, und es bleibt dann auch nur eine unscheinbare Narbe zurück. Sitzt der Farbstoff tief, so kann er nur durch tiefe Verätzung weggebracht werden und die Narbe ist dann in der Regel sehr auffällig.

Mit gewöhnlicher Tinte gemachte Tätowirungen kann man durch Einimpfen von Kleesalz entfernen, mit welchem sich bekanntlich Tintenflecke wegbringen lassen.

In einem von Lacassagne mitgetheilten Falle hatte ein Sträfling seine Tätowirungsmarke angeblich dadurch nahe zum Verschwinden gebracht, dass er die Zeichnung von Neuem mit Nadeln einstach und dann den Arm in Milch badete, respective diese einrieb.

In wieder anderen Fällen wurde die ursprüngliche Marke durch Nachtätowirung einer anderen Marke oder

durch Einimpfung anderer Farben mehr weniger unkenntlich gemacht.

Der Fäulniss widerstehen Tätowirungsmarken in der Regel so lange als die betreffende Hautpartie, doch werden sie durch die Fäulnissveränderungen, welche die Haut erfährt, schwerer erkennbar. Auch durch Eintrocknung, sogenannte Mumification werden sie undeutlich, doch treten sie meist wieder gut hervor, wenn man das vertrocknete Hautstück aufweicht.

Eine sanitätspolizeiliche Seite kommt dem Tätowiren insoferne zu, als mitunter durch solche Operationen, besonders wenn mit unreinen Instrumenten operirt wird, heftige, namentlich rothlaufartige Entzündungen und verschiedene Infectionen veranlasst werden können, und es sind schon Fälle vorgekommen, dass in Folge solcher sonst unbedeutender Eingriffe der Verlust eines Armes und sogar der Tod eingetreten ist. Es ist daher ganz gerechtfertigt, wenn man sowohl bei der Landarmee als insbesondere bei der Marine bemüht ist, der Verbreitung des Tätowirens so viel als möglich entgegenzuwirken.

Nicht unerwähnt kann ich lassen, dass in der Chirurgie und Augenheilkunde das Tätowiren auch als ein kosmetisches Mittel zur Behebung gewisser Verunstaltungen angewendet wird. So hat der verstorbene bekannte Wiener Professor der Chirurgie, Schuh, bei Narben an den Lippen künstliches Lippenroth durch Einimpfen von Zinnober in die betreffenden Stellen hergestellt, und gegenwärtig werden häufig entstellende

Narben der Hornhaut dadurch verdeckt, dass man dieselben mit Tusche, eventuell anderen Farbstoffen tätowirt.

Die verehrte Versammlung ersieht daraus, dass den Tätowirungen nicht blos in allgemein anthropologischen, sondern auch in verschiedenen anderen Beziehungen eine interessante Seite zukommt, und dies war der Grund, warum ich mir erlaubt habe, hierüber einige Mittheilungen zu machen.

Ueber den

Generationswechsel
im Pflanzenreiche.

Von

PROF. D[R] FRANZ RITTER VON HÖHNEL.

Vortrag, gehalten den 16. Februar 1887.

Mit zwölf Abbildungen im Texte.



Still und geräuschlos vollzieht sich in der organischen Welt nach ewigen Gesetzen der Wechsel der Generationen. Geschlechter kommen und gehen; ein ewiger Formenwechsel belebt die Erde und das Hinsterben begründet das Leben. Scheinbar einfach und klar vollzieht sich das Ganze, und doch wie viele Räthsel birgt nicht dieser Wechsel, wie viele Geheimnisse deckt er nicht! Ist die Entwicklung zweier Geschlechter bei derselben Art nicht eine der merkwürdigsten und räthselhaftesten Thatsachen? Und doch, wie viel sonderbarer sind nicht die Verhältnisse bei einer grossen Reihe von thierischen und pflanzlichen Organismen, wo nicht zwei, sondern mehrere von einander verschiedene Individuen die Gesammtheit der Art ausmachen, oder wo nicht gleiche Generationen aufeinanderfolgen, sondern von einander verschiedene in regelmässigem Wechsel.

In der ganzen Natur zeigt es sich, dass der eigentliche Ausdruck des Lebens der Wechsel ist; wo kein Wechsel, da kein Leben. Stoffwechsel, Kraftwechsel, Formenwechsel, kurz stetige Veränderungen aller Art, auf allen Gebieten des organischen Lebens — sie sind

das Leben selbst. In jedem Wechsel steckt aber nicht nur Leben und Gedeihen, sondern auch der höchste und schönste Ausdruck desselben — Poesie. Oefter als durch irgend ein anderes Motiv wurde der Dichtergeist durch den Wechsel in irgend einer Form geweckt. Denn der Wechsel ist die Seele der Anregung und der dichterische Erguss der schönste Ausdruck einer solchen.

Und so mag es uns fast selbstverständlich erscheinen, wenn wir finden, dass Naturforschung und Dichtung einen viel engeren Connex zeigen, als dies wohl in der Literatur hervortritt. In der That ist jeder Forscher ein Dichter und jeder Dichter ein Forscher. Wer erinnert sich bei dieser Gelegenheit nicht an die Heroen und Dichter-Forscher Goethe und Humboldt, die ein unvergänglicher Kranz von dichterischen und wissenschaftlichen Thaten verbindet? Und wem fällt bei dieser Gelegenheit nicht die liebliche und reine Dichternatur eines Adalbert v. Chamisso ein?

Adalbert v. Chamisso war es in der That, der eine der interessantesten und folgenreichsten Entdeckungen auf dem Gebiete der Biologie machte, nämlich die des sogenannten Generationswechsels.

Als unser Dichter in den Jahren 1815—1818 die Weltreise auf der Brigg „Rurik“ machte, fand er auf der Fahrt im stillen Ocean, dass gewisse, mit unseren Muscheln und Schnecken nahe verwandte Thiere, die Salpen, sich in gar eigenthümlicher Weise vermehren.

Er selbst drückte das Wesen der Erscheinung so aus, dass er sagte, die Mutter gleiche bei diesen Thieren nicht der Tochter, sondern der Enkelin, und die Tochter der Grossmutter.

Die Entdeckung, dass es Thiere gibt, welche im Wege der Fortpflanzung andere erzeugen, die ihnen nicht gleichen, musste zu einer Zeit, wo man anzunehmen gewohnt war, ja als selbstverständlich betrachtete, dass jede Art nur ihresgleichen hervorbringen könne, von ganz gewaltiger Bedeutung sein. Und doch konnte man nicht ahnen, welche Verbreitung und Wichtigkeit der Generationswechsel in der organischen Welt besitzt!

In der That gehört der Generationswechsel zu den allgemeinsten Erscheinungen im Pflanzenreiche. Lange dauerte es, bevor er hier erkannt wurde. Es bedurfte des ausdauernden Fleisses und hohen Genies eines der hervorragendsten deutschen Botaniker: Wilhelm Hofmeister's, den Nachweis zu führen, dass namentlich alle höheren Pflanzen einen Generationswechsel besitzen. Sie werden mich fragen, wie ist das möglich? Aus dem Samen eines Baumes entwickelt sich wieder derselbe Baum, wo bleibt da der Generationswechsel? Um diese naheliegende Frage zu beantworten genügt es nicht, die Verhältnisse, wie sie bei den höchsten Gewächsen thatsächlich vorliegen, zu erklären, sondern ist es nothwendig, vergleichend sich zu niedriger stehenden Pflanzen, und zwar zu den Moosen und Farnen zu wenden. Denn bei unseren

Blüthenpflanzen ist der Generationswechsel in einer so verborgenen Form vorhanden, dass er bei ihnen gar nie entdeckt worden wäre, wenn die niedrigen Formen von den Moosen durch die Farne und Schachtelhalme aufwärts zu den Nadelhölzern nicht alle nöthigen Bindeglieder und Erklärungen zum Verständnisse der Geheimnisse der Blüthen gegeben hätten.

Und so müssen auch wir hier von unten anfangend die Erscheinungen des Generationswechsels hinauf verfolgen; wir müssen die Moose und Farne studiren, um zu den Geheimnissen der Rosen zu gelangen.

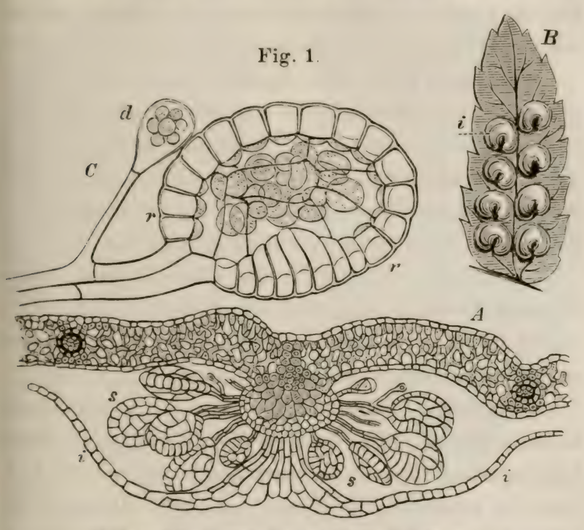
Am schönsten und instructivsten sind die Verhältnisse bei unseren Farnkräutern entwickelt. Wir wollen daher zuerst diese betrachten.

Es ist bekannt, dass die Farne, welche durch die schönen und mannigfaltigen Formen der Blätter, sogenannte Wedel, ausgezeichnet sind, trotz ihrer Grösse — manche, die Baumfarne der Tropen, sind wahre Bäume — der Blüthen entbehren. Hingegen zeigen sie eine andere Erscheinung, nämlich die, dass auf der Unterseite der Blätter kleine braune Zellen, Sporen genannt, in grosser Zahl entwickelt werden. Andere Fortpflanzungsorgane kann man an einem gewöhnlichen Farnkraute nicht entdecken. Die Sporen sind einfache Zellen, meist von tetraëdrischer Gestalt. Betrachten wir ihre Entstehungsart etwas näher, so sehen wir, dass sie einfach auf vegetative Weise zu Stande kommen, ohne irgend eine Spur einer Erscheinung, welche man als sexuelle deuten könnte. Es besitzt also das grosse

Farnkraut keinerlei Organe, welche man als männliche oder weibliche betrachten könnte.

Man sagt daher, dass das Farnkraut geschlechtslos ist. Wie aus beistehender Zeichnung (Fig. 1) er-

Fig. 1.



B Blattzipfel von *Polystichum Filix mas,*

dem männlichen Wurmfarn, von der Unterseite betrachtet, mit zwei Reihen von Sporenhäufchen, welche mit dem Schleier *i* bedeckt erscheinen. *A* Querschnitt durch das Blatt und ein Sporenhäufchen. In dem letzteren sieht man die Sporangien *s* und den Schleier *i*. Oben *C* ein Sporangium vergrössert, mit der sporenführenden Kapsel *r* und einem Drüsenhare *d*. (Nach Sachs.)

sichtlich ist, entwickeln sich die Sporen (um bei Besprechung von Details einen bestimmten Fall ins Auge zu fassen) des sogenannten grossen Wurmfarns (*Polystichum Filix mas* Roth.) auf der Unterseite der Blätter

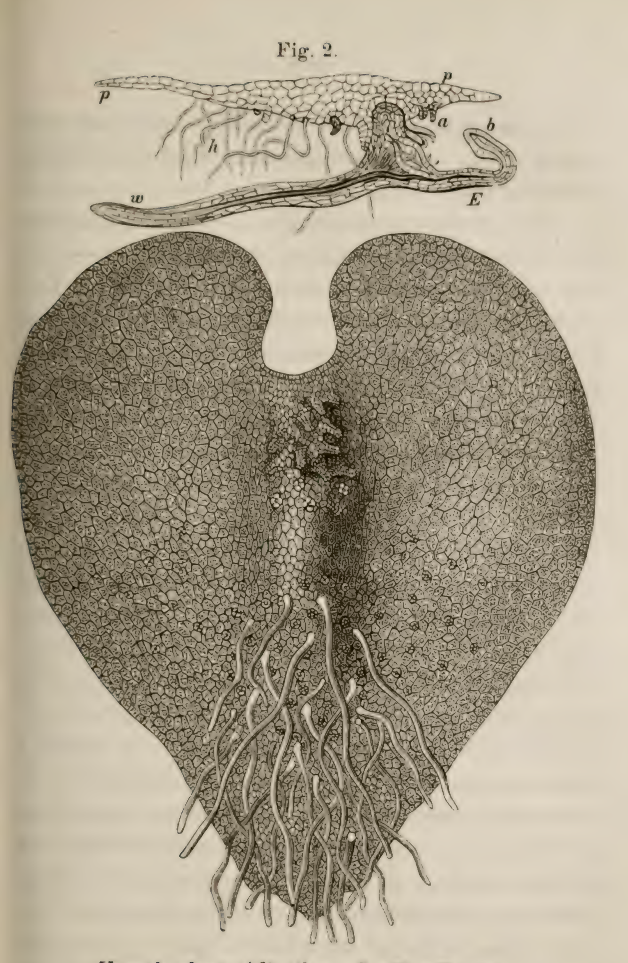
in kleinen Häufchen (*Sori* genannt). Jedes Häufchen ist von einem Schüppchen bedeckt (Schleier, *velum*), das mit einer Seite an einem Fortsatze des Blattes angewachsen ist. Die Sporen entstehen nun in grosser Anzahl in kleinen Kapseln (Sporangien), welche sie bei der Reife durch einen Querriss sich öffnend ausstreuen.

Fällt nun eine solche Farnspore auf einen günstigen Boden, so vermag sich aus ihr wieder eine neue Farnpflanze zu entwickeln. Auch hier ist scheinbar kein Generationswechsel vorhanden, und es bedurfte sehr schwieriger Untersuchungen, um ihn hier, obwohl nur der einfachste Fall vorliegt, aufzudecken.

Verfolgen wir nämlich die mikroskopisch kleine Spore, welche nur 0·046 Millimeter lang und 0·032 Millimeter breit ist, ganz genau in ihrem Entwicklungsgange, so bemerken wir Folgendes:

Wir sehen, dass sich aus der Spore ein kurzer Zellfaden entwickelt. Dieser verbreitert sich an einem Ende stark, wird also zu einer Zellfläche, welche endlich fast genau die Herzform annimmt. Dieses herzförige Blättchen wird Vorkeim oder *Prothallium* (Fig. 2) genannt. Es ist in der Regel nur 4—5 Millimeter breit und lang, von grüner Farbe und sieht aus wie ein sogenanntes Lebermoos. An der Unterseite treibt dieser Vorkeim eine grosse Zahl von farblosen Härchen (Wurzelhärchen, Rhizoiden), vermittelst welcher er einerseits am Boden befestigt ist und sich andererseits ernährt. Dieser Vorkeim hat nun mit einer Farnpflanze gar keine Aehnlichkeit. Es ist eine minutiöse

Fig. 2.



Venusharfarn, *Adianthum Capillus Veneris.*

Senkrechter Längsschnitt durch einen Vorkeim *pp* und das junge Farnkraut *E*; *a* weibliche Organe, *h* Wurzelhare, *b* Blatt, *w* Wurzel. Vergr. 10. (Nach Sachs.) Die untere Figur zeigt ein herzförmiges Prothallium vom männlichen Wurmfarn von der Unterseite mit den dreierlei Organen

lebermoosähnliche einfache Pflanze, im Gegensatze zu der grossen, complicirt gebauten und verzweigten Farnpflanze.

Man könnte nun glauben — und die Botaniker thaten dies factisch so bis vor etwa 40 Jahren —, dass der sogenannte Vorkeim nichts Anderes als ein Entwicklungsstadium der Farnpflanze ist, ähnlich dem Keime z. B. einer Bohne, aus welcher schliesslich einfach durch Weiterwachsen die Bohnenpflanze entsteht. Der Keim einer höheren Pflanze aber besteht in der That nur aus einigen Blättern, einem kurzen Stengel und einer einfachen Wurzel. Ein Keim trägt nie Blüthen oder Früchte. Durch diesen Mangel höherer Organe qualificirt er sich sofort als ein unvollkommenes Entwicklungsstadium. Er ist nichts Fertiges, keine selbstständige Pflanze, die etwa von der reifen Pflanze wesentlich verschieden wäre.

Ganz anders aber verhält es sich hingegen mit dem geschilderten Prothallium des Farnkrautes.

Bevor ich indess in der Besprechung desselben fortfahre, muss ich noch die Frage beantworten, wann wir einen Organismus als selbstständig betrachten? Offenbar dann, wenn sich derselbe selbstständig fortpflanzen kann, und zwar nicht blos durch einfache Theilung, sondern durch Vermittlung besonderer Organe, seien es Sporen oder Eier u. dgl.

Wenn wir daher an unserem scheinbar so einfachen Prothallium Organe aufzufinden im Stande sind, welche vermöge ihres Verhaltens als besondere Fort-

pflanzungsorgane gedeutet werden müssen, so werden wir schliessen, dass das Prothallium eine selbstständige Pflanze und daher auch eine selbstständige Generation repräsentirt.

Und so ist es denn auch in der That.

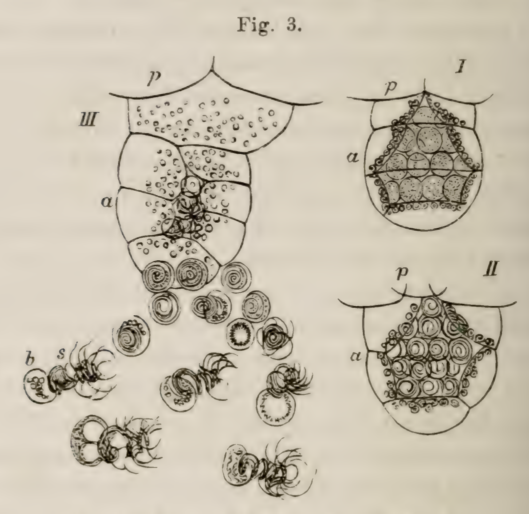
Betrachtet man nämlich die Unterseite eines ausgebildeten Prothalliums näher, so sieht man schon mit einer Loupe zwei Gruppen von Wärzchen. Vorne, unmittelbar unter der Einbuchtung ist eine Gruppe von etwa 20 grösseren Wärzchen, während sich im unteren Abschnitte, zum Theil zwischen den Wurzelhärchen verborgen, eine etwas ausgedehntere Gruppe kleinerer Wärzchen vorfindet.

Untersucht man nun die grossen Wärzchen unter dem Mikroskope näher, so sieht man, dass sie von oben betrachtet vier Zellen zeigen, zwischen welchen ein Canal in das Innere führt. Die Wärzchen sind also hohl. Der Canal führt in eine an der Basis des Wärzchens befindliche rundliche Höhlung, in welcher sich ein kleiner runder Körper befindet. Wenn man diesen Bau in näheren Betracht zieht, so wird man sehr bald auf den Gedanken geführt, dass der rundliche Körper wohl nichts Anderes als ein Ei ist und mithin die grossen Wärzchen nichts Anderes als weibliche Blüthen sind, allerdings von der denkbar einfachsten Form. Man nennt sie Archegonien.

Betrachtet man nun die kleineren Wärzchen in ihrem reifen Zustande, so findet man, dass sie geschlossen sind, dass sie ferner im Innern auch einen

grösseren Hohlraum aufweisen, der aber nicht eine einzelne grössere Kugel, sondern eine grössere Anzahl kleinerer rundlicher Körperchen enthält, die wir nun etwas näher ansehen wollen. Man bemerkt sofort bei

Fig. 3.



Venusharfarn, *Adianthum Capillus Veneris.*

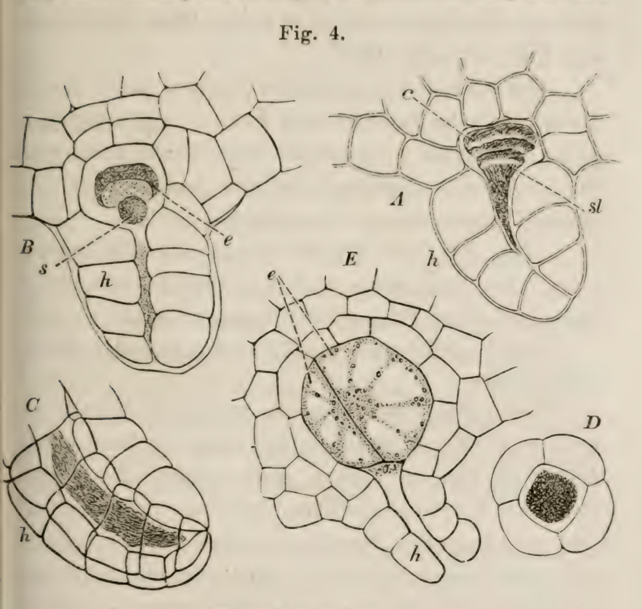
Männliche Organe des Vorkeimes. *I, II, III,* drei verschiedene Entwicklungsstadien. *III,* schon geplatzt, mit den ausgetretenen Samenthierchen *b.* Vergr. 550. (Nach Sachs.)

stärkerer Vergrösserung, dass jedes Kügelchen einen eigenthümlichen spiralig gewundenen Körper enthält. (Fig. 3 und 4.)

Während wir nun aber ahnungslos beobachten, vollzieht sich unter unseren bewaffneten Augen ein

merkwürdiges Schauspiel: plötzlich platzt ein Wärzchen, die scheinbar leblos oder schlafend nebeneinander liegenden Kügelchen sind wie zu neuem Leben erwacht, anfänglich bewegen sie sich nur langsam und

Fig. 4.



Venusharfarnkraut.

Weibliche Organe des Vorkeimes im optischen Längsschnitte *A*, *B*, *C*, *E*. *D* Hals desselben im optischen Querschnitte. *e* Embryo, *s*, *st* Schleimmassen, *h* Hals. Vergr. 800. (Nach Sachs.)

träge, rasch wird aber das Treiben lebhafter, und endlich drängt sich aus dem Thor ein buntes Gewimmel hervor. Es gibt kaum etwas Ueberraschenderes als

dieses Schauspiel. Es ist als wenn sich ein Theil der trägen Pflanzensubstanz der vegetativen Fesseln entledigt hätte — zu neuem höherem Leben. Freudebebend verfolgt der glückliche Beobachter dieses Spiel und neue Hoffnung bewirkt in seiner Brust dieses winzige Treiben: seine Welt.

Wir können das sprachlose Staunen kaum ahnen, das der deutsche Naturforscher Franz Unger empfand, da er als Erster so glücklich war, dieses Schauspiel der plötzlichen Entfesselung von neuem Leben in trägen Pflanzenzellen zu beobachten.

„Die Pflanze im Momente der Thierwerdung“, beschrieb er es, und eine neue Epoche in der Erkenntniss der Pflanzenwelt begann hiemit!

Doch zergliedern wir die schwärmenden Zellen etwas näher.

Wir sehen, dass dieselben aus einem spiralig gewundenen Körper bestehen, der an einem Ende etwas dicker ist und am andern spitz zuläuft. Zahlreiche, sich lebhaft bewegende Wimpern sitzen an demselben, und es bewegt sich derselbe so rasch mit dem spitzen Ende nach vorwärts, dass wir ihm kaum folgen können. Verfolgen wir nun aber diese Körperchen — welche Spermatozoiden genannt werden —, so finden wir alsbald zu unserer Ueberraschung, dass sie nicht ziellos herumschwärmen, sondern dass sie alle, oft auf dem kürzesten Wege den Archegonien, welche die Eier enthalten, zueilen. Einzelne, welche so glücklich waren, die ersten anzukommen, drängen sich durch den Hals

des Archegoniums, dringen bis zum Ei vor und verschwinden unter dem Auge des Beobachters, indem sie mit dem Ei zu einem Körper verschmelzen. Dieser ganze überraschende Vorgang kann aber nur dann stattfinden, wenn die Unterseite des Prothallium mit Wassertropfen bedeckt ist, durch welche allein die Spermatozoiden schwimmend ihr Ziel, die Archegonien, erreichen können.

Verfolgen wir das Prothallium weiter, so sehen wir, dass es zwar anfänglich nach dem Stattgefundenhaben dieses Vorganges noch etwas weiter wächst, dass es aber schliesslich abstirbt. Das Ei hingegen, welches mit dem Spermatozoid verschmolzen ist, zeigt plötzlich neues Wachsthum. Während die von den Spermatozoiden nicht gefundenen Eier einfach mit dem Prothallium absterben, entwickelt sich aus dem einen oder anderen der fertilisirten Eier, und nur aus solchen, eine ganz neue Pflanze, welche gar keine Aehnlichkeit mit dem Prothallium besitzt, und die wir als Farnkraut bereits kennen.

Wir sehen aus dem Ganzen, dass die Farnpflanze nicht etwa so wie die Bohnenpflanze aus dem Bohnenkeimling durch einfaches Fortwachsen entsteht, sondern dass das Prothallium eine ganz selbstständige Pflanze ist, welche eigene, von denen des Farnes verschiedene Reproductionsorgane, nämlich eierzeugende Archegonien und Spermatozoiden bildende Antheridien besitzt, durch deren merkwürdiges Zusammenwirken endlich ein fertilisirtes Ei entsteht,

aus dem durch einfaches Wachsthum das Farnkraut hervorgeht.

Es entsteht daher aus der Spore des Farnkrautes eine selbstständige männliche und weibliche (also zwitterige) Pflanze, Prothallium genannt, aus deren Eiern Farnkräuter erwachsen.

Es besitzt also jedes Farnkraut zwei Generationen, welche von einander, sowohl was den Bau, als auch was die Art der Fortpflanzung anlangt, gänzlich verschieden sind. Das eigentliche Farnkraut pflanzt sich durch Sporen asexuell oder ungeschlechtlich fort, es stellt die ungeschlechtliche Generation dar. Das Farnprothallium reproducirt sich durch Eier, welche fertilisirt werden müssen, es besitzt geschlechtliche Fortpflanzungsorgane und stellt die sexuelle Generation dar.

Aus einem Farnkraut kann durch Vermittlung der Sporen kein ähnliches Farn direct entstehen. Es ist auf die Vermittlung einer anders beschaffenen sexuellen Generation angewiesen. Es besitzt also nothwendigerweise zwei Generationen, welche miteinander regelmässig abwechseln, und daher einen echten Generationswechsel.

Es ist von vorneherein wahrscheinlich, dass ein ähnlicher Vorgang auch bei den nächsten Verwandten der Farnkräuter stattfinden wird.

Zu den Verwandten der Farne werden die Schachtelhalme, Bärlappe, Selaginellen und die Wasserfarne oder Wurzelfrüchtler gerechnet.

Alle diese Pflanzen besitzen, so wie die Farne, Sporen, aus welchen sich Prothallien entwickeln. Ein wesentlicher Unterschied tritt aber sofort hervor; wir sehen nämlich, dass die Selaginellen und die Wasserfarne zweierlei Sporen besitzen, während die Farne, Schachtelhalme und Bärlappe nur eine Gattung von Sporen aufweisen.

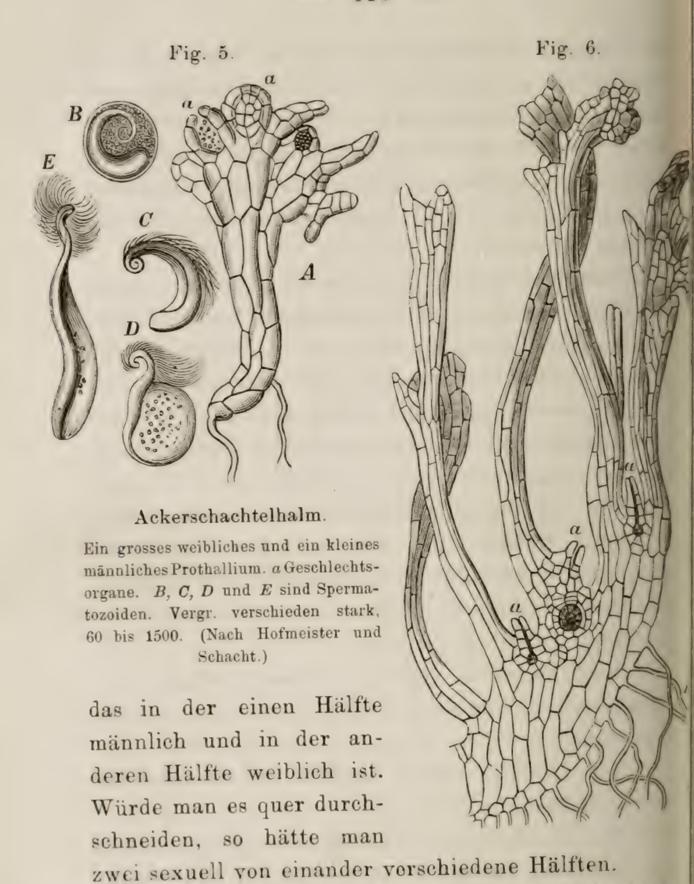
Betrachtet man eine sogenannte Fruchtähre eines Schachtelhalmes oder eines Bärlappes, so findet man in derselben nur eine einzige Gattung, und zwar lauter sehr kleine stäubende Sporen, welche einerseits sofort, und wir werden später sehen, mit Recht an den Blüthenstaub der höheren Pflanzen erinnern und andererseits den braunen Farnsporen analog sind.

Ganz anders verhalten sich hingegen die Sporenstände der Selaginellen. Da sieht man im unteren Theile der Sporenähre grosse samenähnliche Sporen, während der obere Theil die kleinen stäubenden Sporen trägt.

Man nennt die kleinen Sporen Kleinsporen (Mikrosporen), und die grösseren Grosssporen (Makrosporen.

Was hat nun dieses doppelte Vorkommniss von Sporen zu bedeuten?

Den Schlüssel zur Lösung dieser Frage liefern uns nun schon jene Pflanzen, welche nur Mikrosporen besitzen. Wir haben oben gesehen, dass aus einer Farnspore ein Prothallium erwächst, das männlich und weiblich zugleich ist; oder vielmehr ein Prothallium,



Ackerschachtelhalm.

Ein grosses weibliches und ein kleines männliches Prothallium. *a* Geschlechtsorgane. *B, C, D* und *E* sind Spermatozoiden. Vergr. verschieden stark, 60 bis 1500. (Nach Hofmeister und Schacht.)

das in der einen Hälfte männlich und in der anderen Hälfte weiblich ist. Würde man es quer durchschneiden, so hätte man zwei sexuell von einander verschiedene Hälften.

Wenn man nun aber einige Sporen eines Schachtelhalmes in der Weiterentwicklung verfolgt, so sieht man schon nach ein paar Wochen, dass sich nicht alle

gleich verhalten. Manche bilden nur ein kleines Prothallium aus, welches männlich ist, also nur Antheridien entwickelt. Andere wachsen zu einem mehrmals grösseren Prothallium aus, das rein weiblich bleibt. (Fig. 5 und 6.)

Während also die echten Farne zwitterige Prothallien besitzen, zeigen die Schachtelhalme (fast nur) männliche und weibliche.

Es findet also zwischen den einzelnen Sporen der Schachtelhalme, obwohl sie äusserlich nicht von einander verschieden sind, doch ein innerer Unterschied statt, weil die einen männlich und die anderen weiblich sind. Dies vorangeschickt, wollen wir nun die Keimung der Mikro- und

Fig. 7.

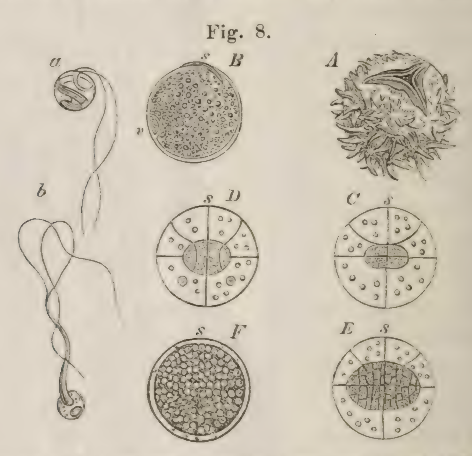
Bärläppchen, *Selaginella.*

A sporentragender Zweig; *B* Spitze desselben mit Kapseln, welche theils Gross-, theils Kleinsporen zeigen. (Nach Sachs.)

Makrosporen bei einem Bärläppchen *(Selaginella)* näher verfolgen (Fig. 7).

Vor allem Anderen fällt hierbei auf, dass sowohl die kleinen, als auch die grossen Sporen nur ganz unbedeutende Prothallien liefern. Ja, diese Prothallien

Fig. 8.



Keimung der Kleinsporen eines Bärläppchens. (Nach Millardet.)

A Kleinsporen von aussen; *B* bis *E* Kleinsporen in Keimung begriffen, mit Zelltheilungswänden versehen; *a b* Spermatozoiden.

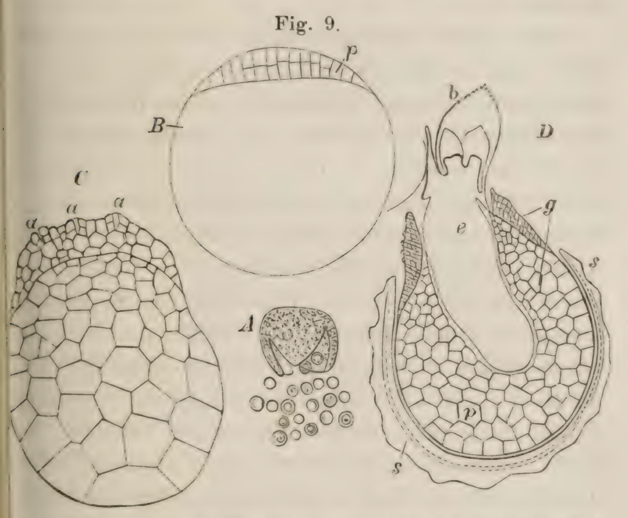
sind so klein, dass sie in der Spore eingeschlossen bleiben. Man kann aber in den kleinen Sporen mit Sicherheit die Entstehung von Spermatozoiden und in den grossen leicht die Bildung von Eiern und Archegonien constatiren. (Fig. 8 und 9.)

Man sieht also, dass die kleinen Sporen männlich sind und die grossen weiblich. Und dieser Unterschied

drückt sich schon in der Grösse aus. Aus den befruchteten Eiern entwickeln sich genau so wie bei den Farnen die asexuellen Individuen.

Wir haben daher bei den Bärläppchen (oder Selaginellen) ebenso wie bei den echten Farnen einen Ge-

Fig. 9.



B bis *D* Grosssporen vom Bärläppchen im centralen Längsschnitte. (Nach Hofmeister.) *A* Kleinspore, reif und Spermatozoiden entleerend. *C*, *a* weibliche Organe; *p*, *g* Vorkeime, *e* Embryo, *b* Blatt.

nerationswechsel, und der Unterschied besteht nur darin, dass erstens zweierlei Sporen (männliche und weibliche) vorhanden sind, und zweitens, dass die entwickelten Prothallien ganz klein bleiben, so dass sie in der Spore eingeschlossen verharren.

Offenbar wird durch diese Kleinheit und Unkenntlichkeit der verborgenen Prothallien der ganze Generationswechsel schwer auffindbar und versteckt. Die geschlechtliche Generation ist fast ganz unterdrückt, aber sie existirt nichtsdestoweniger ebenso wie bei den Farnen.

Wir sehen überhaupt, dass je weiter wir in der Reihe von den Moosen zu den Farnen und durch die Bärlappgewächse und Wasserfarne zu den Bärläppchen hinaufsteigen, desto kleiner und unscheinbarer die Prothallien werden. Je höher wir in der Reihe der Gewächse hinaufsteigen, desto mehr wird die sexuelle Generation unterdrückt, desto mehr tritt die asexuelle in den Vordergrund. Bei den Moosen ist die sexuelle Generation die stets vor die Augen tretende. Betrachtet man einen grünen Moosteppich, so sieht man eine zusammenhängende Vegetation von Prothallien. Das, was als Moos (ohne die sogenannte Moosfrucht!) bekannt ist, ist die sexuelle Generation, ist der Vorkeim. Er ist bei den Moosen, quantitativ, die Hauptsache. Die Mooseier, welche sich in den an der Spitze der Moosstämmchen befindlichen Archegonien entwickeln, liefern nach der Befruchtung die sogenannten Moosfrüchte. Diese Moosfrüchte bestehen nur aus einer Kapsel mit Deckel, in welcher die Sporen entwickelt werden, und aus einem Stiele. Sie sind also sehr unvollkommen entwickelt, so unvollkommen, dass sie für sich allein gar nicht existiren könnten; sie bleiben daher mit dem Mutter-Prothallium in Verbindung,

werden von demselben ernährt. Das, was uns also in der vollständigen Moospflanze entgegentritt, ist nicht eine einzige Pflanze, sondern besteht aus zwei Individuen derselben Art, die aber zwei verschiedenen Generationen angehören und voneinander wesentlich verschieden sind. Der untere Theil besteht aus dem meist einen Stengel und Blätter aufweisenden, grünen, fortwachsenden, sexuellen Prothallium; der obere Theil besteht aus der ungeschlechtlichen Generation, die die Sporen erzeugt und fast nur auf die Kapsel reducirt ist.

Während also bei den Farnen beide Generationen vollständig getrennt sind und die sexuelle Generation die reducirte ist, verhält sich die Sache bei den Moosen gerade umgekehrt; beide Generationon sind hier miteinander zu einem Scheinindividuum verwachsen, und die asexuelle ist die reducirte; so wie die Mistel auf den Bäumen, schmarotzt sie auf dem Prothallium.

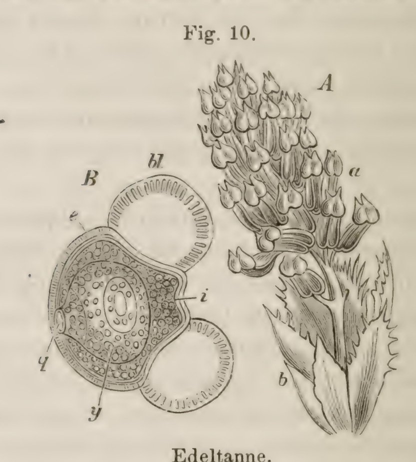
Von den Bärläppchen hinauf sind die nächsthöheren Pflanzen die Zapfenbäume (Cycadeen), dann die Nadelhölzer (Coniferen), die Gnetaceen und die monocotylen und dicotylen Angiospermen.

Die Nadelhölzer sind allbekannt. Eine monocotyle Angiosperme ist z. B. die Schwertlilie, eine dicotyle der Hopfen. Die Gnetaceen und Cycadeen sind weniger gewöhnliche Pflanzen und sollen weiterhin nicht berührt werden.

Wollen wir nun bei diesen Gewächsen, also hauptsächlich bei den Nadelhölzern und Angiospermen nach

dem Generationswechsel suchen, so müssen wir uns selbstverständlich an jene Organe halten, welche der Fortpflanzung dienen, also an die Blüthen. Untersuchen wir z. B. eine blühende Tanne, so bemerken wir sofort, dass der Baum zweierlei Blüthen hat. Die

Fig. 10.



Edeltanne.

A Kleinsporenstand (sogenannte männliche Blüthe); *B* eine Kleinspore (sogenanntes Pollenkorn), mit zwei blasigen lufterfüllten Anschwellungen der Aussenhaut und mehreren Zellen im Innern. (Nach Sachs und Schacht.)

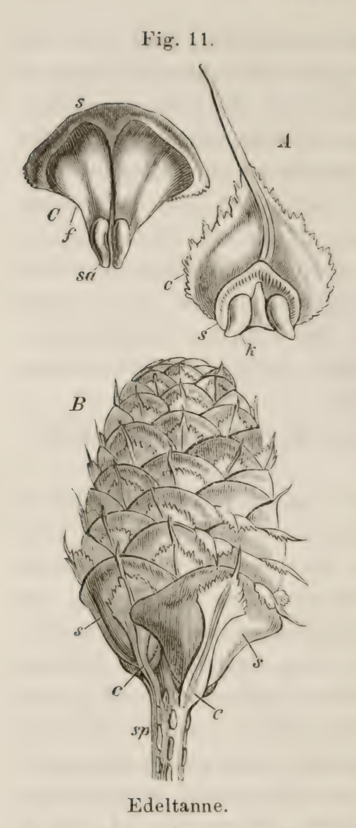
einen sehen aus wie Kätzchen, beim Schütteln stäuben sie stark und entlassen hiebei eine grosse Menge kleiner Körnchen (hier Blüthenstaub genannt), welche uns sofort an die Mikrosporen erinnern. (Fig. 10.) Wir wissen in der That, dass dieser Blüthenstaub zum Befruchten der Blüthen dient, und erinnern uns hiebei daran, dass ja auch die Mikrosporen der Selaginellen

und verwandten Pflanzen denselben Zweck haben. Finden wir nun noch in den Körnchen des Blüthenstaubes, wie dies thatsächlich der Fall ist, Zellen, welche als rudimentäres Prothallium gedeutet werden können, so werden wir mit Recht sagen können, dass der sich entwickelnde Pollenstaub der Nadelhölzer nichts Anderes sein kann als die sehr stark reducirte männliche Generation, während das Blüthenkätzchen nichts Anderes als ein Sporenstand ist, völlig analog dem oberen Theile der Sporenähre von Selaginella. Der ganze Baum ist daher die asexuelle Generation, welche die Sporen erzeugt.

Wo finden wir nun aber die (weiblichen) Makrosporen?

Offenbar dort, wo sich die Frucht entwickelt. Diese ist aber bei der Tanne ein Zapfen, der schon zur Blüthezeit deutlich zu erkennen ist. Man bemerkt leicht, dass derselbe aus einer Axe oder Spindel von zahlreichen spiralig angeordneten und sich deckenden Schuppen aufgebaut ist. Am Grunde jeder Schuppe finden sich, wie allgemein bekannt ist, am reifen Zapfen zwei Samen. Diese Samen sind hier nicht in einer Frucht eingeschlossen, sondern sie liegen frei und nackt da, weshalb die Nadelhölzer zu den nacktsamigen Gewächsen gezählt werden. (Fig. 11.) Diese zwei Samen entwickeln sich nun aus zwei kleinen eiförmigen Körpern, welche nebeneinander am Grunde der Schuppen des jungen Zapfens sich finden. Diese Körper werden Samenknospen genannt. Sie bestehen

Fig. 11.



Edeltanne.

A Schuppe mit zwei Samenknospen (Grosssporenbehältern), aus welchen schliesslich (Fig. *C*, *sa*) die Samen werden. *B* oberer Theil eines sogenannten weiblichen Blüthenzapfens, d. h. Grosssporenbehälterstandes. (Nach Schacht.)

aus einer Hülle und einem Kern. In dem letzteren befindet sich eine Zelle (Embryosack genannt), in welcher einerseits Zellen auftreten, die als Prothallium gedeutet werden, anderseits Gebilde, welche ganz so aussehen wie die Archegonien der Bärläppchen, so dass kein Zweifel obwalten kann, dass der Embryosack in der Samenknospe der Tanne nichts Anderes als die mit der Mutterpflanze in Verbindung bleibende Makrospore ist, in welcher deutliche Archegonien und ein rudimentäres Prothallium entstehen. Der weitere Verfolg lehrt nun in der That, dass nach der Befruchtung der Samenknospe die

junge ungeschlechtliche Pflanze in dem Archegonium entsteht. Sie entwickelt sich aber nur bis zum Keime, der in dem Samen, welcher indessen aus der Samenknospe erwachsen ist, einen Ruhezustand eingeht, aus welchem er erst beim Auskeimen erwacht.

Wir haben nun die Samenknospe als ein Behältniss kennen gelernt, welches eine Makrospore einschliesst, in welcher Makrospore sich Archegonien entwickeln, in denen die neue Generation entsteht.

Was ist nun also der Nadelholzsame? Nichts Anderes als der Behälter der Makrospore, welcher während der Entwicklung eines Eies zum ruhenden Keime sich auch weiter verändert hat und nun den letzteren einschliesst.

Man bemerkt sofort, dass solch ein Same demnach ein höchst merkwürdiges Gebilde ist, denn er besteht aus Theilen von drei verschiedenen Generationen. Die Hülle des Samens gehört der (1.) ältesten Generation an; das Gewebe des Kernes, in welchem der Embryo liegt, besteht aus dem weiter entwickelten Prothallium (2., geschlechtliche Generation), der Keimling endlich ist die 3. Generation, das Product der zweiten.

Man ersieht aus der ganzen Darstellung, dass von den Moosen angefangen alle Bindeglieder bis zu den Nadelhölzern vorhanden sind, so zwar, dass wir im Stande sind, alle Organe der einen Gruppe auf die der andern zurückzuführen, ohne dass ein begründeter Zweifel vorhanden wäre, so verschieden auch diese Organe aussehen mögen. Wir haben aber auch durch

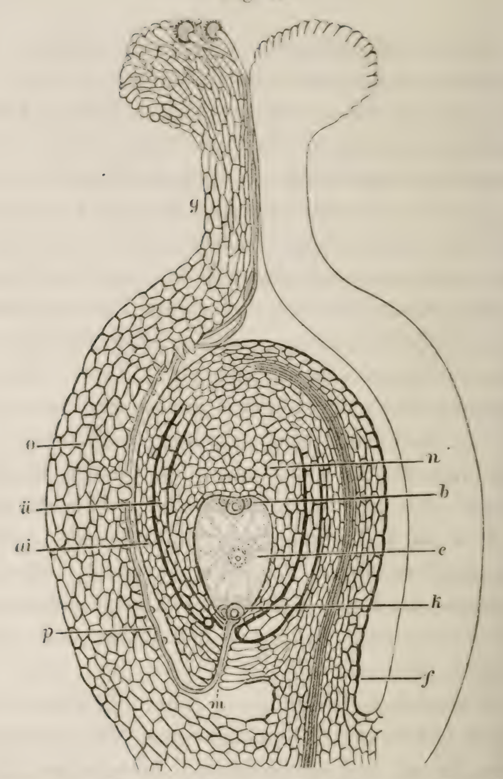
die aufgedeckten Thatsachen die grosse Kluft, welche scheinbar zwischen den Pflanzen, welche Samen bilden, und jenen, welche nur Sporen besitzen, überbrückt und uns überzeugt, dass die samenbildenden Nadelhölzer eigentlich auch Sporenpflanzen sind, aber Sporenpflanzen, deren Makrosporenbehälter sich zu Ruhezuständen entwickeln, die die junge dritte Generation einschliessen. Haben wir nun den Generationswechsel der Nadelhölzer erkannt, so wird es uns nun zum Schlusse auch nicht schwer werden, den noch verschlosseneren unserer gewöhnlichen Blüthenpflanzen zu verstehen.

Betrachten wir uns zu dem Ende eine blühende Rose. Wir sehen zunächst aussen den Kelch und dann die wohlriechende Blumenkrone. Kelch und Krone sind offenbar nur Hüll- und Schutzorgane für die edleren und wichtigeren Theile, welche sie in der Knospe umschliessen. Ich meine hiemit die Staubgefässe und den Fruchtknoten. Die ersteren sind bei der Rose sehr zahlreich, und es ist ohneweiters klar, dass die Staubbeutel Sporenbehälter sind und dass der Blüthenstaub so wie bei den Nadelhölzern die Mikrosporen darstellen, aus welchen die männlichen Prothallien der zweiten (sexuellen) Generation entstehen. Aber es kommt gar nicht zur Entwicklung eines Mikroprothalliums, denn das auf der Narbe des Fruchtknotens zum Pollenschlauche auswachsende Pollenkorn besteht nur aus einer einzigen Zelle, welche also das Antheridium selbst darstellt, und ein eigentliches männliches Prothallium fehlt.

Die weiblichen Makrosporen werden wir natürlich im Fruchtknoten suchen. Dieser besteht bei der Rose aus zahlreichen von einander völlig getrennten Theilfruchtknötchen, von welchen jedes eine einzige kleine Samenknospe einschliesst. In der Samenknospe werden wir, so wie bei den Nadelhölzern, den Makrosporenbehälter *(Macrosporangium)* erkennen, der eine Grossspore einschliesst. Jede Samenknospe besteht nämlich aus zwei dünnen Hüllen und einem Kerne. Dieser letztere schliesst nun eine rundliche Zelle ein (Embryosack), in welcher das Ei entsteht. Neben dem Ei zeigen sich hier aber noch fünf andere Zellen, welche theils als Rudimente eines Archegoniums, theils als solche vom Prothallium betrachtet werden können. (Fig. 12.) Wir haben also auch in dem Fruchtknoten der Rose die Makrosporangien, Makrosporen, Archegonien und weiblichen Prothallien erkannt. Aus dem Ei entsteht der Keim, die dritte (ruhende) Generation, welche beim Auskeimen der Früchtchen zur neuen asexuellen Pflanze wird.

Während die männlichen Sporen in Folge ihrer Freiheit und Beweglichkeit ein gewisses selbstständiges Dasein führen und thatsächlich selbstständige Pflanzen darstellen, bleiben die weiblichen Makrosporen im Fruchtknoten eingeschlossen und lassen sich noch lange von der Mutterpflanze ernähren. Sie trennen sich erst als junge Keime, an denen man Blatt, Wurzel und Stengel unterscheiden kann, von dem Muttergewächse ab, in Form von Samen oder (z. B. gerade bei

Fig. 12.



Schematischer Längsschnitt eines Fruchtknotens (Kapsel mit Grosssporenbehältern), welcher nur eine Samenknospe (Grosssporenbehälter) enthält.

Oben die Narbe. *g* Griffel, *r* Wandung des Fruchtknotens, *f* Stiel *(funiculus)*. *n* Kern. *ii* innere, *ai* äussere Hülle der Samenknospe, *e* Embryosack (Grossspore) mit dem Ei *k* und den Antipodenzellen *b* (Vorkeim?). An der Narbe sitzen zwei stachelige Pollenkörner (Kleinsporen), welche lange Pollenschläuche *p* zum Theil den Kanal (Mikropyle) *m* bis zum Ei *k* treiben, dieses befruchtend. (Nach Lürssen.)

der Rose) Früchtchen durch mannigfaltige Hüllen vor der rauhen Aussenwelt geschützt.

So sieht es mit dem Generationswechsel im Pflanzenreiche aus! Und nun ist es verständlich, welch' ein Fleiss und Genie dazu gehörte, die Fülle von verborgenen Thatsachen aufzudecken, ihren Zusammenhang zunächst zu ahnen und dann zu beweisen, Thatsachen, welche den Generationswechsel bei den höchsten Pflanzen bilden. Ein Vorgang, der vor urdenklichen Zeiten, als die Moose, Farne und Bärlappe die höchststehenden Organismen der Pflanzenwelt waren, als noch nicht fertige Blumen und die Königin dieser, die Rose, die Fluren belebten, klar und deutlich zu Tage lag, hat sich bis in die höchsten Regionen der heutigen Pflanzenwelt erhalten, ein mächtiges Bindeglied aller höheren Gewächse, der rothe Faden der Herkunft und Abstammung, der uns zeigt, wie alle höheren Gewächse von den Moosen aufwärts einen grossen Verwandtschaftskreis bilden, so verschieden sie auch sein mögen. Vor dem geistigen Auge eines Wilhelm Hofmeister verschwanden zuerst alle die hochaufgethürmten Schranken, welche die Sporen- und Samenpflanzen, die Blüthenlosen und Blüthenpflanzen, die Phanerogamen und Kryptogamen voneinander trennten! Wie zwei Fremdlinge standen früher Farnkraut und Blumen nebeneinander! Weit von einander wies sie der Forscher und nicht zu ahnen vermochte er die mächtige Kette des Generationswechsels, welche beide einander so nahe bringt.

Die klare Erkennung des Generationswechsels der höheren Pflanzen ist eine der grössten Errungenschaften wissenschaftlicher Natur dieses Jahrhunderts!

Drum Ehre und Bewunderung seinem Entdecker: Wilhelm Hofmeister!

Literatur.

1. Adalbert von Chamisso. Von G. Hesekiel.

2. Reise um die Welt mit der Romanzoff'schen Entdeckungsexpedition in den Jahren 1815—1818 auf der Brigg „Rurik", Capitän Otto von Kotzebue. Von A. v. Chamisso.

3. Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen. 1851. Von Wilhelm Hofmeister.

Ueber
Denudation der Erdoberfläche.

Von

Dr. ALBRECHT PENCK
k. k. Universitäts-Professor.

Vortrag, gehalten den 23. Februar 1887.



An jedem Punkte des festen Landes nagt unablässig die Verwitterung. In unserem Klima ist es die vereinte Wirksamkeit der Feuchtigkeit und der Wärmeschwankungen, welche die Gesteine lockert, und zu gleichem Ziele führt das Eindringen von Pflanzenwurzeln in den Boden; in den Wüsten, wo Niederschläge und Vegetation fehlen, bewirkt die jähe Erhitzung während des Tages und die rasche Abkühlung während der sternhellen Nacht dasselbe. Nicht minder ausgedehnt aber ist die Wirkung jenes Wassers, welches die Gesteine chemisch verändert, manche löst und andere zersetzt. Es erfährt die feste steinige Erdkruste allenthalben an der Sohle des Luftmeeres eine mehr oder minder grosse Zertrümmerung, aber die Producte der letzteren bleiben nur selten am Orte ihrer Entstehung liegen. Der Felsblock rollt, sobald er vom Berge losgesprengt ist, zu Thal, der Verwitterungslehm der Hügelländer wird durch Regengüsse fortgeschwemmt, der Wind ergreift den gelockerten Wüstenboden, und das in der Tiefe sich bewegende Wasser beladet sich stets mit messbaren Mengen gelöster Substanzen. So

werden die Verwitterungsproducte grösstentheils verschleppt, wodurch eine fortwährende Entblössung des Felsbodens erzielt wird. Diese Entblössung ist Denudation genannt worden, letztere also besteht in einer Fortführung der Verwitterungskruste und bedingt eine allmälige Abtragung des festen Landes, welche grosse Strecken nach und nach erniedrigt.

Diese Abtragung erfolgt nicht allenthalben gleich rasch, sondern geschieht mit sehr wechselnder Stärke. In dem einen Lande schreitet die Verwitterung sehr rasch vorwärts, schnell lockert sich das Gefüge des festen Felsens, allein es fehlt an einer Kraft, welche die Zersetzungsproducte zu verschleppen im Stande wäre; letztere bleiben liegen, die festen Gesteine nach und nach dick ummantelnd, es kommt zu keiner beträchtlichen Denudation. Dies ist in ausgedehnten Landschaften der Tropen der Fall. In anderen Ländern wiederum schreitet die Verwitterung nur äusserst langsam vorwärts, wie z. B. auf Kalksteinhochländern, aber die geringfügigen Producte werden sofort erfasst, um weiter transportirt zu werden. Bald ist daher der nackte Fels wieder entblösst, allein dennoch hat keine nennenswerthe Abtragung stattgefunden. Dagegen wird die Denudation dort sehr gross sein, wo die Erzeugnisse einer rasch fortschreitenden Verwitterung leicht entfernt werden. Solches geschieht namentlich in den Hochgebirgen an schroffen Felswänden. Sobald hier nur ein Theilchen gelockert wird, fällt es sofort zur Tiefe. Der unablässige Steinfall im Hoch-

gebirge zeugt von schneller Denudation, und in der That verändern die Hochgipfel von Jahr zu Jahr ihre Form. Simony erkannte am Dachstein die Stellen kaum wieder, auf welchen er vor vierzig Jahren campirte. Wenn aber in Hochgebirgen ein Stein herabgefallen ist, so bleibt er selten dort liegen, wohin er zunächst gerathen ist. Er ist vielleicht auf eine Schutthalde gestürzt, hier wird er leicht von herabrieselnden Wassern, leichter aber noch durch Lawinen weiter geschoben, bis er schliesslich vom Wildbache ergriffen wird und mit dessen Wassern aus dem Gebirge verschwindet. Oder es ist der Stein auf einen Gletscher gefallen, er hat sich zu dessen Oberflächenmoräne gesellt und wandert nun mit derselben zwar langsam, aber ununterbrochen thalabwärts. Es sind alle Gebirge der Schauplatz einer verhältnissmässig beträchtlichen Denudation, weil hier die grossen Höhenunterschiede benachbarter Punkte unmittelbar oder mittelbar eine namhafte Steigerung der Transportkräfte verursachen. Je grösser die relativen Höhen einer Landschaft sind, desto rascher wird diese vermöge der Zunahme der Transportkräfte denudirt werden. Die Grösse der Denudation wächst mit den Höhenunterschieden; sie ist in Ebenen sehr klein und erhält in Hochgebirgen ihren stattlichsten Betrag.

Gegenüber diesen Hauptabstufungen des Denudationsbetrages stehen die übrigen sehr zurück, welche durch weitere Schwankungen der Transportkräfte bedingt sind. Die Kraft des rinnenden und rieselnden

Wassers, welches vielfach Verwitterungsproducte umlagert, nimmt mit seiner Masse zu, in regenreichen Klimaten sollte daher die Denudation schneller erfolgen als in regenarmen; im Allgemeinen würden daher die Randgebiete der Festländer rascher abgetragen werden als die Centralregionen, die fast regenlosen Wüsten müssten langsamer als die angrenzenden Savannen und Steppen und diese wieder weniger schnell als die Gebiete tropischen Regenreichthums erniedrigt werden. Allein dies Verhältniss wird mehr oder weniger compensirt; mit dem grösseren oder geringeren Reichthum an Niederschlägen geht Hand in Hand die Entwicklung der Vegetation und diese bewahrt ihrerseits wieder den Boden vor der Abtragung. Jener tropische Urwald, welcher das Land so dicht bedeckt, dass der Boden durchaus von Pflanzen verhüllt ist, hält natürlicher Weise auch alle Verwitterungsproducte fest und schützt sie vor der Wegführung; in der Savanne hingegen ist die Bindung der Bodenbestandtheile eine geringere, die Trümmer können leichter fortbewegt werden; in der Wüste endlich fehlt mit der Vegetation der Halt des Erdreiches, und dasselbe wird ein Spiel des Windes. Die Entfaltung der Denudation, welche in den regenreichen Troppen stattliche Grössen annehmen würde, wird hier gehemmt durch die dichte Pflanzendecke, sie wird andererseits in den Wüsten begünstigt durch die Nacktheit des Landes.

Dies Alles bezieht sich natürlich nur auf die Denudation der Producte mechanischer Verwitterung.

Anders stellt sich das Verhältniss bei der chemischen Zersetzung. Dieselbe ist in den Wüsten gleich Null. Hier fehlt das Wasser, welches lösend und umlagernd wirken könnte, in den tropischen Waldgebieten hingegen, wo eine stattliche Durchfeuchtung des Bodens bis zu grosser Tiefe stattfindet, entfaltet sich die chemische Verwitterung am ansehnlichsten; der Urwald mit seinen Vermoderungsproducten stattet zudem das Wasser noch mit Säuren aus, welche die chemische Wirkung desselben steigern, und in den Flüssen wandern sehr beträchtliche Mengen gelöster mineralischer Substanzen zum Meere. Gerade also dort, wo die mechanische Zerstörung am meisten gehindert ist, entfaltet sich die chemische am grössten. Es schliessen sich in wärmeren Klimaten die Gebiete mechanischer und chemischer Verwitterung gegenseitig aus. Wenn daher entschieden werden soll, wo die grösste Denudation stattfindet, ob im Urwalde, ob in der Wüste, so ist das Mass der mechanischen und chemischen Verwitterung zu ermitteln, dies aber ergibt sich aus der Neigung verschiedener Gesteine zu verwittern. Dieselbe ist sehr verschieden. Das eine Gestein, wie z. B. thoniger Sandstein, zerfällt sehr leicht, es bildet sich rasch Sand, welcher von den transportirenden Kräften verschleppt wird, andere, wie sehr viele Kalksteine, zertrümmern nur langsam und schwer, während sie um so leichter löslich sind und daher gewöhnlich nur der chemischen Denudation zum Opfer fallen. Weitere Gesteine, wie z. B. der Granit, zerklüften langsam

und sind unlöslich in Wasser, aber sie zersetzen sich allmälig bei steter Durchfeuchtung, erfahren hierbei eine Lockerung ihres Gefüges, gehen in Grus über, und dieser wird von den transportirenden Kräften ergriffen. Es zeigt sich allenthalben, dass solche Gesteine, welche wie der Kalkstein nur schwer in Schutt zerfallen und auf der andern Seite leicht lösbar sind, langsamer abgetragen werden als solche, welche zwar unlöslich sind, aber leicht in Trümmer übergehen, wie z. B. manche Sandsteine, Schieferthone u. s. w. Es schreitet die mechanische Verwitterung rascher von statten als die chemische; Gebiete, in welchen sie herrscht, werden schneller abgetragen als jene Länder, in welchen blos eine Lösung und Auslaugung der Gesteine stattfindet.

Hiernach lässt sich ungefähr ein Ueberblick über die Intensität der Denudation einzelner Theile der Erdoberfläche gewinnen. Am raschesten werden die Hochgebirge abgetragen, welche über die Baumgrenze bis zu einer Temperaturzone aufragen, in der ein häufiger Wechsel von Frost und Aufthauen stattfindet. Ihre Oberfläche ist nicht durch den Wald befestigt, ihre Felsen werden durch das häufige Gefrieren des Bergschweisses gelockert, die entstandenen Trümmer fallen zu Boden oder werden durch Wasser, Schnee oder Eis leicht verfrachtet.

In gebirgigen Gegenden wird die Abtragung einen mittleren Betrag haben, welcher, je nachdem sich Waldbestände über die Landschaft breiten, verschieden

gross sein wird. Waldgebirge werden im Allgemeinen langsamer erniedrigt werden als kahle Küstengebirge, in welchen der Sturm den Baumwuchs hindert und reiche Niederschläge herabprasseln; aber auch Wüstengebirge, in welchen der Sturm faucht und alle feineren Bestandtheile verweht, in welchen ferner ab und zu wolkenbruchähnliche Regengüsse herabfallen, werden leicht denudirt werden. Am geringsten wird die Abtragung der Ebenen sein. Sind dieselben mit Vegetation bestanden, so werden sie nur durch allmälige Auslaugung erniedrigt werden, was sehr langsam geschieht; sind sie dagegen nackt und kahl, so wird sich zwar in ihnen auch die mechanische Zertrümmerung entfalten, allein zu derselben werden sich nur verhältnissmässig untergeordnete transportirende Kräfte gesellen. In den Polarregionen wird die Frostwirkung den Fels zerkleinern, aber nur die feinsten Trümmer werden von den Schmelzwassern der winterlichen Schneedecke ergriffen und verfrachtet werden; die grösseren Blöcke bleiben liegen. Nicht anders ist es in den Wüsten. Nur die feinsten der abgesprungenen Felssplitter werden vom Winde verweht, die gröberen bleiben an Ort und Stelle. Uebersäet ist der Boden der Wüste und der polaren Flachländer mit grossen Felstrümmern, welche trotzdem, dass sie lose daliegen, nicht von den transportirenden Kräften verschleppt wurden, ebenso wie die Ebenen grosser Waldgebiete mit dicken Schichten von Verwitterungslehmen bedeckt sind, welche durch die Pflanzendecke festgehalten werden.

Möge sie nun aber auch rascher oder langsamer von statten gehen, ununterbrochen wirkt die Denudation einem einzigen Endziele zu, nämlich das Land nach und nach zu erniedrigen, bis es nur noch eine so unbedeutende Höhe hat, dass die Entwicklung der Transportkräfte sich auf ein sehr geringes Mass beschränkt. Es strebt die Denudation dahin, das Land zu nivelliren, sie frisst an den Hochgebirgen und verwandelt dieselben in Mittelgebirge, sie nagt an den letzteren und gestaltet sie schlieslich in Flachländer um, welche nur noch durch ihre innere Structur verrathen, dass sie einst hohe Gebirge bildeten, wie z. B. das südliche Schweden oder das westliche Belgien. Das sind die Rumpfgebirge. Dieser Process wird sich allmälig an jedem Gebirge vollziehen, und so würden schliesslich die Festländer flache Buckel bilden, von welchen langsam die Flüsse herabrinnen, um nur noch in geringstem Masse gelöste und suspendirte Substanzen zu verfrachten. Es wird dann ein Stadium erreicht sein, in welchem die Denudation zwar noch nicht gleich Null, aber verschwindend klein geworden ist, man kann die Oberfläche der dann entstandenen Continentalrümpfe als unteres Denudationsniveau bezeichnen; diese Fläche hat für die Gestaltung des Landes eine besondere Bedeutung, sie bezeichnet das Ziel, nach welchem hin die Denudation strebt.

Aber dieses Ziel ist bei Weitem noch nicht erreicht, und dürfte wohl auch schwerlich erreicht werden, denn unablässig erfolgt eine Veränderung im Gefüge

der Erdkruste. Es heben sich die einen Schollen, die anderen senken sich; rege bleibt die Tendenz, Unebenheiten zu bilden. Allein wie stark auch die gebirgsbildenden Kräfte sich entfalten, so sind doch die Resultate, welche sie erzielen, wie es scheint, begrenzt. Es wachsen die Berge nicht in den Himmel, und die Beträge von Verschiebungen einzelner Theile der Erdkruste sind weit beträchtlicher als die wirklichen Unebenheiten des Landes. Auf mitteleuropäischem Boden sind manche Theile um mehrere Tausend Meter verworfen worden. Die oberrheinische Tiefebene ist mindestens 3000 Meter tief zwischen ihren Rändern eingesunken; das Saarbrückner Kohlengebiet ist von einer Kluft durchsetzt, deren einer Flügel 4000 Meter höher liegt als der andere, die Judicarien- und Pusterthallinie lassen Einsenkungen von 4000—5000 Meter Höhe erkennen; in Nordamerika sind Verwerfungen von 6000 Meter beobachtet worden, und Nathorst meint im südlichen Schweden eine solche von 8000—10.000 Meter Sprunghöhe zu erkennen. Würde man die Schichtfalten der Alpen, des Himalaya und der Pyrenäen sich wieder vollkommen hergestellt denken, so würde man hoch über die heutige Gipfelwelt gerathen. Die Schichten, welche den Südrand der Ardennen aufbauen, lagern in der Mitte des Gebirges 12 Kilometer tief, die Gesteine am Südwestfuss des Böhmerwaldes sind in der Gegend von Prag vielleicht in 30—40 Kilometer Tiefe zu suchen, um diesen ausserordentlichen Betrag haben hier Verschiebungen der Erdkruste stattgefunden.

Trotzdem nun solch gewaltige Dislocationen auf dem Lande gewirkt haben, gehen die bestehenden Unebenheiten nicht über ein bestimmtes Mass hinaus. Dies tritt zunächst im einzelnen Gebirge deutlich entgegen. Hier ist überraschend, dass die höchsten Gipfel sich immer an annähernd gleiches Niveau halten, aus welchem Material sie auch bestehen mögen. Die höchsten Zinnen der nördlichen Kalkalpen, die Scesaplana, die Parseyer Spitze, die Zugspitz, der Hochkönig und der Dachstein haben fast übereinstimmende, kaum um 100 Meter von einander abweichende Höhen (2938—3038 Meter); obwohl sie aus sehr verschiedenen Gliedern der Schichtenfolge bestehen; z. B. wären die Gesteine der Parseyer Spitze erst etwa 500—1000 Meter hoch über der Zugspitze zu erwarten. In den Centralalpen wiederholt sich dasselbe; die Wildspitze (3776 Meter) und Weisskugel (3741 Meter) in den Oetzthaler Alpen, der Venediger (3659 Meter) und Grossglockner (3797 Meter) in den Hohen Tauern gipfeln nahezu in demselben Niveau, obwohl z. B. das Glocknergestein erst 1000—2000 Meter über dem Venedigergestein in der Schichtenfolge entgegentritt. In den Südalpen endlich haben Presanella (3561 Meter), Adamello (3557 Meter), Marmolata (3345 Meter) und Cimon della Pala (3334 Meter) annähernd dieselben Höhen, wiewohl man auf den Adamellostock noch eine 2500 Meter mächtige Schichtfolge auflegen müsste, um das Niveau der Dolomitengipfel zu erreichen. Entsprechendes gilt von den Pyrenäen, wo der Pic de

Néthou (3404 Meter) und Mont Perdu (3352 Meter) bis zu gleicher Höhe anstreben, wiewohl das Gipfelgestein des ersteren am Fusse des letzteren angetroffen wird, und man sohin auf die Maladetta noch 2000 Meter Gestein auflagern müsste um in das geologische Niveau des Mont Perdugipfels zu gelangen. Augenscheinlich bestimmt der geologische Aufbau nicht direct die Höhen der Berge, dieselben erscheinen in ein und demselben Gebirge wie mit der Scheere abgeschnitten. Hiermit steht im Einklang, dass, wiewohl auf der Landoberfläche Dislocationen im Betrage von 20—40 Kilometer vorhanden sind, der höchste Berg nur 8·8 Kilometer hoch ist. Den Verschiebungen der Erdkruste wirken allenthalben Kräfte entgegen, welche die verschobenen und gefalteten Massen bis in ein bestimmtes Niveau abschneiden, dies ist die Denudation. Letztere steigert sich mit der Höhe, wie oben auseinandergesetzt. Je höher ein Berg wird, desto kälter wird seine Umgebung, desto mehr vereinigen sich Frost und Hitze, um ihn abzutragen, und es wird schliesslich in einer bestimmten Höhe der Fall eintreten, dass die Denudation raschere Fortschritte macht als die Erhebung des Berges oder Gebirges. Es muss ein Niveau geben, in welchem die Denudation so gross geworden ist, dass sie dem Aufthürmen von Bergen vollkommen entgegenarbeiten kann, so dass über dasselbe kein Gipfel hinauswachsen kann. Dies ist das obere Denudationsniveau. Dasselbe dürfte keine durchaus feste Lage besitzen, da es bestimmt wird durch die Grösse der

gebirgsbildenden Kraft und der Denudation, welche ihrerseits in ihrer Intensität Schwankungen aufweisen können. Für jeden gegebenen Zeitpunkt aber wird sich dies Niveau empirisch dadurch ermitteln lassen, dass man die Höhe der Berge ermittelt. Allein es dürfte sich wohl kaum empfehlen, hierbei sämmtliche Gipfel in Betracht zu ziehen, schliesslich würde die durch dieselben gelegte Fläche sich nahezu der Erdoberfläche anschliessen, es heisst eine Auswahl treffen. Man könnte vielleicht sich auf den höchsten Gipfel beschränken und sagen, die durch die Spitze des Gaurisankar gelegte Niveaufläche stellt das obere Denudationsniveau dar. Allein es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die höchsten Gipfel einzelner Länder weit hinter dem genannten zurückstehen, und namentlich ist unverkennbar, dass die Gipfel in den Polargebieten hinter denen niederer Breiten weit zurückstehen. Verbindet man die höchsten Erhebungen der einzelnen Zonen der Erdoberfläche, so erhält man eine Curve, welche sich in den Polarregionen nur etwa 4000 Meter über den Meeresspiegel erhebt, dann allmälig ansteigt, unter dem 45. Parallel auf über 6000 Meter anschwillt und ihre Culmination auf beiden Hemisphären nahe dem Wendekreise findet, wo sie im Norden im Gaurisankar 8800 Meter, im Süden im Aconcagua, bezüglich den rivalisirenden Gipfeln des bolivianischen Hochlandes nahe an 7000 Meter Höhe erreicht, während sie am Aequator sowohl in Afrika als auch in Südamerika unter 6000 Meter wieder herabgeht.

Die so verlaufende Curve kann als Schnittlinie einer Meridianebene mit dem oberen Denudationsniveau betrachtet werden, letzteres würde sohin als ein Rotationsellipsoid von etwas grösserer Abplattung als das der Erde anzusehen sein, und dies muss in der That so erwartet werden. Denn wenn als oberes Denudationsniveau, jene Fläche gelten soll, über welcher die Abtragung so rasch erfolgt, dass sie jedwelche Hebung ausgleichen kann, so muss dieselbe in den Polarregionen, wo vermöge der niedrigen Temperatur, des häufigen Frostes und der Nacktheit des Landes die Zerstörung sehr rasch fortschreitet, tiefer liegen als in geringeren Breiten, wo die unteren Partien des Landes nur eine geringe Denudation erfahren. Das obere Denudationsniveau, als Product gewisser klimatischer Verhältnisse, welche die Abtragung des Landes begünstigen, muss in seiner Höhenlage in gewisser Beziehung zu den klimatischen Zonen stehen. Dies aber erhellt deutlich aus dem oben angegebenen Verlaufe desselben, welcher nahezu parallel mit dem der Schneegrenze ist. Letztere steigt von den Polen zum Aequator hin an, sie erreicht aber auf beiden Hemisphären ihre grösste Höhe nicht unter dem Gleicher selbst, sondern ganz ebenso wie die Berggipfel auf beiden Seiten derselben etwa unter den Wendekreisen. Sie wiederholt demnach selbst Einzelnheiten des Denudationsniveaus, und es kann letzteres auch als eine Fläche definirt werden, welche 2000—3000 Meter über der unteren Grenze des Reiches des ewigen Schnees gelegen ist. Dieses

aber ist ein Gebiet erhöhter und besonderer Zerstörung, in seinem Umfange ist die Abtragung der Berge am lebhaftesten, am intensivsten wirkt hier die Denudation. Der Umstand nun, dass sowohl die Gipfel von echten gefalteten Gebirgsketten und die Höhen aufwärts bewegter Schollen, der Massengebirge oder Horste, wie endlich auch die schlanken Vulcankegel nicht sehr beträchtlich über die Schneegrenze aufragen, lehrt überzeugend, dass, welcher Art und welcher Intensität auch die Bewegungen der Erdkruste sind, sie schliesslich doch völlig überwunden werden von den denudirenden Kräften.

Zwischen dem oberen und dem unteren Denudationsniveau bewegen sich die Unebenheiten der Landoberfläche, und der jeweilige Abstand beider Flächen bezeichnet die Höhe jener Schichte, in welcher die gebirgsbildenden und denudirenden Kräfte der Erde mit einander streiten. Jede Hebung des Landes bedingt auch eine Steigerung der Denudation, diese aber wird in ihrer Entfaltung ausserdem noch beeinflusst von der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Schichten, die einen werden rascher, die anderen langsamer entfernt werden, und so wird die Denudation, wiewohl sie das Land zu nivelliren trachtet, auch ihrerseits Unebenheiten schaffen, sie wird innerhalb der beiden Denudationsniveaux die widerstandsfähigen Gesteine aus den leicht entfernbaren förmlich herausarbeiten, und zwar um so intensiver, je grösser die durch die gebirgsbildenden Kräfte bedingten Höhenunterschiede sind; im Maximum

werden durch die örtlich wechselnde Verschiedenheit der Denudation Unebenheiten entstehen können fast so gross wie der Abstand der beiden Denudationsniveaux. Allein dieser Fall ist ein ebenso hypothetischer, wie es die Denudationsniveaux sind. In Wirklichkeit ragen nur sehr wenige Gipfel bis an die maximale Höhengrenze, die meisten bleiben weit unter derselben, und kaum je wohl wird das untere Denudationsniveau erreicht werden. Vielmehr wird gerade dort, wo namhafte Unebenheiten vorhanden sind, die Erreichung desselben gehindert werden. Je lebhafter die Abtragung der Gipfelwelt eines Gebirges ist, desto langsamer werden dessen tiefste Stellen erniedrigt werden. Es werden die Felstrümmer der Berge sich in den Thälern anhäufen, an Stelle der fortschreitenden Entblössung der Erdoberfläche tritt hier eine starke Verschüttung derselben. Es wird die Denudation stellenweise durch die Accumulation ersetzt, und dies bedeutet eine zeitliche Erschwerung, das untere Denudationsniveau zu erreichen. In allen Ländern, in denen das rinnende Wasser als Haupttransportmittel für die denudirten Materialien dient, werden die Flussbetten die Rolle des unteren Denudationsniveaus spielen; bis zu deren Spiegel herab wirkt die Abtragung des Landes, und je nachdem der Fluss seinen Lauf vertieft oder erhöht, wird die Gegend sich dem unteren Denudationsniveau nähern oder von demselben zeitweilig entfernen. Kommen die beiden Denudationsniveaux für die Gestaltung der ganzen Erdoberfläche

in Betracht, so wird in jeder einzelnen Gegend eine Annäherung derselben wahrnehmbar sein, man wird von einem örtlichen oberen und einem örtlichen unteren Abtragungsniveau sprechen können. Das erstere wird bezeichnet durch die höchsten Erhebungen, das letztere durch die tiefsten Punkte, welche gemeinhin vom Wasser aufgesucht werden. Im nordöstlichen Böhmen zum Beispiel, im Quellgebiete der stillen Adler, begegnet man Erhebungen von 660 Meter, und es senken sich die Thäler auf 350 Meter herab. Man darf also für dieses Gebiet das locale obere Denudationsniveau durch die Höhenschichte von 660 Meter, das locale untere Denudationsniveau durch das Niveau von 340 Meter repräsentirt sehen, und entsprechend kann man in den Alpen verfahren. Die Höhenunterschiede eines bestimmten, enger umgrenzten Gebietes gewähren den Abstand der beiden Denudationsniveaux für diese Gegend.

Hiermit scheint auf den ersten Blick nicht viel gewonnen, und doch erschliesst diese Erwägung in überaus einfacher Weise das Verständniss der Landoberfläche. Denkt man sich einen Durchschnitt durch den geologischen Aufbau einer Gegend und in demselben das obere Denudationsniveau gezogen, so kann man aus diesem Durchschnitt ohne Weiteres die Reliefverhältnisse entnehmen, sobald man nur einigermassen die Widerstandsfähigkeit der Gesteine kennt. Die oben erwähnte Gegend des nordöstlichen Böhmens besteht aus ziemlich resistenten Quadersandsteinen des

Kreidesystems, unter welchen weiche Mergel des Rothliegenden lagern. Beide Gesteine bilden eine flache Falte, eine Mulde im Westen und einen Sattel im Osten. Im Sattel nun ist das weiche Rothliegende so hoch aufgewölbt, dass es das obere Denudationsniveau der Gegend erreicht. Ueber ihm ist also alles Material entfernt, es geht zu Tage, und es ist gleich den daneben lagernden Quadersandsteinen der Denudation ausgesetzt; diese aber schreitet im weichen Mergel rascher fort als im harten Sandstein, an Stelle der Aufwölbung des Rothliegenden hat die Denudation eine flache Mulde ausgearbeitet, deren Boden bis zum unteren Denudationsniveau herabreicht, ganz ebenso wie zufälliger Weise der Boden der westlich gelegenen Schichtmulde. Das ist das Becken von Mährisch-Trübau.

An der Grenze von Böhmen und Preussisch-Schlesien bildet derselbe Quadersandstein und das Rothliegende eine Mulde, welche derart gelegen ist, dass ihr tiefster Punkt gerade in das obere Denudationsniveau fällt, während sich die beiden Muldenflügel hoch über jenes Niveau erheben. Stehen geblieben ist hier der Muldenkern, aber in den benachbarten Aufbiegungen des Rothliegenden hat sich die Denudation entfaltet und hier Vertiefungen bis in das untere Abtragungsniveau eingefressen. Aus der geologischen Mulde ist orographisch ein Berg geworden. Das am tiefsten gesenkte Schichtglied bildet einen Berg, das am höchsten gehobene dagegen Senken. Aehnliches wiederholt sich ausserordentlich häufig auf dem Boden Mitteleuropas,

nur selten entspricht dem geologischen Bau die Oberflächengestaltung, und es ist daher schon bezweifelt, ob sich das Relief eines Landes unmittelbar aus dem geologischen Bau erklären lasse. Thatsächlich gelingt dies, sobald man das durch die Höhenzahlen gegebene obere Denudationsniveau der Gegend in Betracht zieht. Dasselbe erschliesst unmittelbar das Relief aus der geologischen Structur, indem alle festen Gesteine, mögen sie nun gehoben oder gesenkt sein, sobald sie an das obere Denudationsniveau grenzen, Aufragungen bilden, während andererseits alle weichen Gesteine, sobald sie an jenes Niveau stossen, als Vertiefungen entgegentreten, welche bis in das untere Denudationsniveau herabreichen können. Je niedriger das Land gelegen ist, das heisst, je mehr sein locales oberes Denudationsniveau sich dem allgemeinen unteren nähert, desto geringer werden die auf obigem Wege durch die Denudation erzeugten Unebenheiten sein, wogegen mit zunehmender Höhe auch das Ausmass der durch die ungleiche Abtragung des Landes geschaffenen Reliefformen wächst, selbst wenn hie und da dieselben Gesteine an die Landoberfläche treten.

Man kann hieraus leicht entnehmen, welche ausserordentlich wichtige Rolle die Denudation bei Gestaltung der Landoberflächen spielt, und in der That treten ihre Werke allenthalben in grossartigster Weise entgegen. Von allen Punkten des festen Landes sind mehr oder weniger mächtige Schichten weggenommen worden, spurlos sind ganze Formationen von grossen Strecken

entfernt. Im nördlichen Böhmen tritt in reicher Entfaltung das Kreidesystem entgegen, nach Süden bricht dasselbe mit einem scharfen Abfalle ab, und nunmehr kommt seine Unterlage ans Tageslicht. Jenseits der Grenzen Böhmens, in der Gegend von Regensburg erheben sich dann die Schichten der Kreide von Neuem, und es muss als höchst wahrscheinlich gelten, dass dieselben auch einst über dem ganzen südwestlichen Böhmen verbreitet gewesen sind, die Vorkommnisse von Regensburg mit den nordböhmischen verbindend, denn beide sind, wie aus der in ihnen enthaltenen fossilen Fauna hervorgeht, in demselben Meere abgelagert worden. Es lässt sich wohl aussprechen, dass jedes isolirte Vorkommen einer jüngeren Meeresablagerung im Bereiche von älteren auf eine lebhafte Denudation des Umkreises schliessen lässt. So erstrecken sich zum Beispiel mitten im nordfranzösischen Becken die Ablagerungen eines eocänen Meeres. Dasselbe muss mit den übrigen Meeren in Zusammenhang gestanden haben, irgendwo im Umkreise des Beckens sind die eocänen Schichten denudirt worden. Dies ist im Norden geschehen, und hier finden sich noch ganz vereinzelte Ueberreste derselben in Form von isolirten Bergen, welche gekrönt werden von einem Dache örtlich entfalteter harter Schichten. Dieselben schützten ihre Unterlage vor Zerstörung.

Namentlich die Untersuchung Mitteleuropas hat in neuester Zeit sehr schätzbare Anhaltspunkte für die Grösse der Denudation gewährt. Eine sehr eingehende

geologische Untersuchung führte vielfach mitten im Bereiche älterer Gesteine zur Entdeckung weit jüngerer eingesunkener Schichten, von deren Existenz man früher keine Ahnung hatte. Man hat die Ueberzeugung gewonnen, dass in Hessen über dem dort herrschenden Buntsandstein einst noch der Muschelkalk, Keuper und Lias entfaltet waren. Diese etwa 700 Meter mächtigen Gebilde sind gänzlich denudirt worden bis auf jene Partien, welche vermöge einer grossartigen Verwerfung unter das obere Denudationsniveau gerathen sind. Die deutschen Gebirge, der Wasgau, Schwarzwald, der Thüringerwald und Harz haben je eine Abtragung von 1500 Meter Höhe erfahren, während in den dazwischen gelegenen Senken auf eine ungleich geringere Erniedrigung zu schliessen ist.

In den Alpen ist die Denudation gleichfalls äusserst beträchtlich gewesen. Ueber dem Centralgebirge Tirols war einst die Triasformation in einer Mächtigkeit von 2000 Meter entfaltet, heute ist sie hier gänzlich entfernt bis auf einzelne Partien, welche in der Brennergegend unter das obere Denudationsniveau gesunken sind. Von den Gipfeln der Kalkalpen aber sind die einst vorhandenen Juraschichten mit einer Dicke von 1000 Meter fortgenommen. Ueber die karnischen Alpen und die Karawanken ist vordem die gesammte Triasformation in einer Mächtigkeit von 3000 Meter gebreitet gewesen, und sie ist hier gänzlich fortgenommen, aber nördlich davon, in den Gailthaler Alpen tritt sie entgegen, hier ist sie unter das obere Denudationsniveau

eingesunken, während sie in den karnischen Alpen über dasselbe gerathen ist. So begegnet man allenthalben in den Alpen ausserordentlich beträchtlichen Denudationsbeträgen, und man begreift, dass das heutige Gebirge nur noch eine Ruine des früheren ist.

Allein selbst diese Beispiele würden kaum genügen, um die Denudation in ihrer ganzen Grösse zu erkennen. Sie lehren nur, wie viel die bestehenden Gebirge bereits verloren haben trotz der Jugendlichkeit ihres Alters. Lebhafter noch führen die gänzlich abgetragenen Gebirge den vollen Umfang der Denudation vor Augen. Dort, wo heute sich im westlichen Belgien ein Flachland mit nur 25—100 Meter Höhe erstreckt, bestand vormals ein gewaltiges Alpengebirge. Aus dem Gefüge von dessen Sockel lässt sich erkennen, dass dasselbe einst bis zu Höhen von 6000 Meter aufgeragt hat. Aber keine weitere Andeutung mehr findet sich von demselben, es ist ganz eingeebnet, und zwar lediglich durch die Wirkungen der Denudation. Es lässt sich dies mit aller Bestimmtheit erweisen; die Schichten, welche sich über den Rumpf des Gebirges ausbreiten, sind Werke der Denudation. Da treten Verwitterungslehme, dort Flussgeröll und Gebirgsschutt entgegen, und darin auftretende Pflanzenreste erweisen alle diese Schichten als Landbildungen, über welchen erst die Meeresabsätze folgen. Aehnlich liegen die Dinge in Böhmen. Auch hier bestanden einst grossartige Gebirge, welche nördlich und südlich vom Thale der Beraun Höhen von an 5000 Meter erreicht haben

mögen. Dieselben sind gänzlich eingeebnet und waren es schon, ehe die letzte Meeresbedeckung der Gegend erfolgte, denn unter den Gesteinen derselben erstrecken sich allenthalben Süsswasserbildungen. Dies wiederholt sich noch an manch anderer Stelle Europas; überall, wo ein alter Gebirgsrumpf entgegentritt, ist derselbe zunächst bedeckt von Landbildungen, und erst über denselben lagern Meeressedimente. Hieraus geht hervor, dass die Gebirgsrümpfe Europas nicht etwa dadurch entstanden, dass die Brandung alter Meere die Höhen zerfrass und nach und nach gänzlich abspülte, also abradirte; bevor das Meer mit seiner Brandungswelle über die alten Gebirge hinweggriff, waren diese schon eingeebnet und mit Landbildungen bedeckt.

Dieser Einebnungsprocess aber erfolgte stets erstaunlich rasch. Gegen Ende des geologischen Alterthums hatten sich in Mitteleuropa Gebirge erhoben von stattlicher Höhe und gewaltiger Ausdehnung. Eine wahre Alpenkette erstreckte sich über das Land zwischen Maas und Oder, und es haben sich zugeschüttete Thäler derselben erhalten, welche mehrere Tausend Meter tief waren. Aber bereits am Schlusse des Alterthums der Erde war dies gewaltige Gebirge eingeebnet. Es war entstanden in einer Periode, und bei Beginn der nächsten existirte es bereits nicht mehr, während die gegenwärtigen deutschen Mittelgebirge bereits seit der letzten geologischen Periode, die Alpen sogar seit der vorletzten bestehen. Man

möchte daraus schliessen, dass gegenwärtig die Denudation weit langsamer erfolge als in älteren geologischen Perioden. Allein dieser Schluss ist deswegen nicht stichhaltig, weil die geologischen Perioden nicht Zeiträume von gleicher Dauer sind; die älteren waren wahrscheinlich umfangreicher als die jüngeren, und daher fehlt ein Mass, die Intensität der früheren Denudation mit der gegenwärtigen zu vergleichen; nur so viel wird sich sagen lassen, dass in den verschiedenen und wechselnden Klimaten der Vorzeit wahrscheinlich der Betrag der Abtragung immer ein ziemlich schwankender war.

Das denudirte Material geht dem festen Lande grösstentheils verloren und wandert zum Meere. Hier lagern sich die mechanisch zerkleinten, rollend oder schwebend im fliessenden Wasser transportirten Substanzen ab, während die gelösten durch organische Thätigkeit wieder ausgeschieden werden. Es entstammen die Meeressedimente dem festen Lande, und sie erst geben ein bestimmtes Mass für die ganze Grösse der Denudation. Die Absätze früherer Meere aber erstrecken sich in sehr stattlicher Mächtigkeit über die gegenwärtigen Festländer. Die von untergegangenen Erdtheilen weggenommenen Materialien bauen das gegenwärtige Land auf und zeugen von früheren Denudationen; aber nur kurze Zeit bleiben sie liegen, schon verwittern sie wieder, schon werden sie von Neuem abgetragen und abermals abgelagert. Das vollzieht sich gegenwärtig und vollzog sich früher,

unablässig und ununterbrochen wirkt die Denudation, unablässig und ununterbrochen aber fördern die gebirgsbildenden Kräfte den Meeresgrund wieder an die Landoberfläche. Es wandert die oberste Schichte der Erdkruste, und es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn behauptet wird, dass die oberste 2000 Meter mächtige Schichte der Erdoberfläche seit Urzeiten mindestens einmal, wahrscheinlich aber viel öfter irgendwo denudirt worden ist.

Man hat versucht Vorstellungen vom Masse der gegenwärtig von statten gehenden Denudation zu erlangen, indem man die Aufmerksamkeit auf die Materialien lenkte, welche die Flüsse den Meeren zuführen und daraus ermittelt, dass das Land im Durchschnitt in 10.000 Jahren um 1 Meter erniedrigt wird. Diese Rechnungen haben nur geringen Werth, denn ausserordentlich schwer nur lässt sich wirklich die Summe aller dem Meere zugeführten denudirten Substanzen ermitteln. Daher erscheint der geistreiche Versuch nicht ganz gerechtfertigt, aus dem gegenseitigen Verhältniss der gegenwärtig denudirten Materialien und der in der Vorzeit abgetragenen und wieder abgelagerten zu folgern, dass sich das Alter der Erde auf 28,000.000 Jahre beläuft, denn in keiner Weise lässt sich erweisen, ob die Denudation vordem schneller oder langsamer als gegenwärtig erfolgte. Nur Eines wird sich wohl behaupten lassen: lange Zeiten waren nöthig, um so viele Materialien abzutragen, als in den fossilführenden Schichten abgelagert worden sind; uralt ist das Wechselspiel zwischen Denudation

und Gebirgsbildung; dasselbe wird aber fortbestehen, so lange eine Atmosphäre die Erde umgibt, in welcher das Wasser seinen Kreislauf vollzieht. So lange als es regnet, so lange als Frost und Hitze an der Erdoberfläche wirken, so lange ein Wind weht und ein Fluss fliesst, wird sich unablässig die Abtragung der Landoberfläche vollziehen, werden die Meere die weggeführten Materialien aufspeichern. Wohl wird dieser Process dann und wann scheinbar stocken, so wie es gegenwärtig in manchen Ländern der Fall ist, welche nicht durch belebende Wasseradern mit dem Meere verbunden sind, und in welchen die von der einen Stelle abgetragenen Gesteinsmassen sich auf der andern benachbarten wieder anhäufen, und wo daher ebenso wie in einem Gebirge, dessen Gipfel abgetragen werden, während die Thäler zugeschüttet werden, die beiden localen Denudationsniveaux sich einander nähern, indem sich das untere hebt. Allein dies bedeutet nur ein vorübergehendes Ereigniss. Es macht die Erreichung des endgiltigen Zieles nicht unmöglich, sondern verschiebt dieselbe nur. Die Länder sind dazu bestimmt, abgetragen zu werden, während der Ocean zugeschüttet wird. Hier wird stets neuer Boden entblösst, dort immer neuer geschaffen, gebirgsbildende Vorgänge tauchen den einen unter den Meeresspiegel und heben den andern aus demselben hervor. Es schwankt und wandert der Boden, auf welchem die menschlichen Geschicke spielen, und diese schwanken und wandern mit demselben.



Ueber
optische Täuschungen.

Von

Dr. AUG. RITTER v. REUSS,
Professor der Augenheilkunde an der k. k. Universität in Wien.

Zwei Vorträge, gehalten am 24. November 1886
und 2. März 1887.

(Mit Demonstrationen.)

Mit fünfzehn Abbildungen im Texte.



I.

Die Bedeutung der Empfindungen, die uns durch unseren Gesichtssinn vermittelt werden, erkennen wir nur durch unseren Verstand, so wie dies auch bei allen anderen Sinnesempfindungen der Fall ist. Der Blindgeborene, der plötzlich sein Sehvermögen erhält, wird mit seinen Gesichtsempfindungen so lange nichts anzufangen wissen, als er sie nicht durch Zuhilfenahme seiner anderen Sinne zu deuten verstehen gelernt hat. Nur durch die Erfahrung gelangen wir zu einer Vorstellung von der Beschaffenheit der gesehenen Körper, indem wir sie durch Bewegungen der Augen oder unseres Kopfes von verschiedenen Seiten betrachten, sie betasten u. s. w.; und wir werden diese genaue Controle nicht mehr nöthig haben, wenn wir sie einige Male vorgenommen haben und dadurch in die Lage gesetzt sind, uns aus der Erinnerung ein Urtheil über die Beschaffenheit eines Objectes zu bilden, sobald uns dessen Bild durch unser Sehorgan aufs Neue vermittelt wird. Wir werden hiebei aber unter besonderen Verhältnissen gewissen Täuschungen des Gesichtssinnes unterliegen, wir werden Gesichtseindrücke erhalten, welchen nicht

das gewohnte Object zu Grunde liegt, wir werden Dinge sehen, die nicht da sind, oder wir werden die wirklichen Objecte sehen, aber sie falsch deuten.

Ich will heute nur von einer Anzahl derartiger Täuschungen sprechen, da die mir zugemessene Zeit zu kurz ist, um den Gegenstand vollständig abzuhandeln.

Wir sind gewohnt, alle Empfindungen unseres Sehorganes als von Gegenständen herrührend zu betrachten, welche sich ausser unserem Auge befinden. Wir nehmen aber eine Anzahl Dinge wahr, die sich innerhalb unseres Auges befinden, sind jedoch, wenn wir nicht darüber belehrt werden, geneigt, sie nach einem ganz anderen Orte zu versetzen. Gestatten Sie mir, Ihnen einige dieser sogenannten entoptischen Wahrnehmungen vorzuführen.

Sehen wir gegen eine diffus erleuchtete Fläche, den Himmel, eine helle Wand, in das Ocular eines Mikroskops, oder auch gegen ein weisses Blatt Papier, so bemerken wir häufig kleine, in der Luft schwebende Körperchen, welche herumfliegenden Insecten ähneln; man nennt sie auch fliegende Mücken, *mouches volantes.* Es sind, wenn wir sie genauer betrachten, einzelne Kreise mit hellerem Centrum, manchmal noch mit einer lichteren Einfassung, oder es sind zahlreiche solche Kreise perlschnurartig aneinander gereiht, oder zu unregelmässigen, mit feineren Körnern und Fasern untermischten Gruppen verbunden, oder sie stellen helle Bänder oder auch Stücke eines durchsichtigen, verschieden gefalteten Schleiers dar; bei Bewegungen

des Auges wirbeln sie in die Höhe, schiessen, wenn das Auge ruhig gehalten wird, noch eine Weile fort und senken sich dann langsam, verschwinden zum Theile langsam aus dem Gesichtsfelde oder bleiben an einer bestimmten Stelle desselben ruhig sitzen. Sie sind mikroskopisch kleine Körperchen (Zellen, Körner, Membranen), die sich im Glaskörper befinden und auf die Netzhaut ihren Schatten werfen. Kaum fehlen sie in irgend einem Auge, werden aber meist nur unter besonderen Beleuchtungsverhältnissen gesehen, die ich bereits angedeutet habe. Sehr leicht kann sie sich Jedermann sichtbar machen, wenn er durch ein feines Loch in einem Kartenpapiere gegen den hellen Himmel oder eine Flamme sieht. Bemerkt sie Jemand zufällig, der ihre Bedeutung nicht kennt, wird er leicht in einige Aufregung versetzt, er wendet ihnen von nun an besondere Aufmerksamkeit zu, zählt sie, zeichnet sie allenfalls auf und merkt, dass sie sich bei erhöhtem Aufmerken stets vermehren, bis er endlich in der Furcht zu erblinden zum Arzte kommt. Dieser kann ihn jedoch vollkommen beruhigen. Die fliegenden Mücken sind im Allgemeinen ohne jede Bedeutung; sie werden ganz übersehen, wenn man nicht an sie denkt; exercirt man aber dadurch seine Netzhaut auf sie ein, dass man ihnen unverdiente Aufmerksamkeit schenkt, so können sie eine sehr lästige Erscheinung werden. Eine Netzhaut, welche durch vieles Arbeiten angestrengt, überreizt ist, oder welche einem sehr nervösen Individuum angehört, wird auch die Mücken viel leichter

sehen als eine andere; am besten ist es, wenn man sie nicht beachtet oder bei überreizten Augen diesen eine Zeitlang Ruhe gönnt.

Es gibt aber noch andere ganz ähnliche Erscheinungen, die aber weniger leicht gesehen werden. Blickt man längere Zeit auf eine stark erhellte Fläche, z. B. auf Schnee, so bemerkt man eine Unmasse feiner kreisförmiger Schatten, welche auch bei ruhiger Haltung der Augen im Gesichtsfelde sich äusserst lebhaft bewegen und dabei deutlich bestimmten Bahnen folgen. Es sind dies die Blutkörperchen, welche sich in den Adern der Netzhaut bewegen.

Aber auch diese Blutadern selbst kann man sehr schön zur Ansicht bringen. Wenn man gegen einen dunklen Hintergrund sieht, z. B. durch die geöffnete Thür in ein finsteres Zimmer und nun seitlich vom Auge, aber recht nahe an demselben, ein Licht hin und her bewegt, oder noch besser die Strahlen eines Lichtes mittelst eines Brennglases auf dem Weissen des Auges concentrirt, so sieht man das ganze Gesichtsfeld plötzlich röthlichbraun erleuchtet und auf diesem Grunde äusserst zierlich verästelte baumförmige schwarze Linien. Dies sind die Blutadern der Netzhaut. Man sieht sie für gewöhnlich nicht, weil die Schatten, welche sie auf die Netzhaut werfen, stets an dieselben Stellen fallen; bringt man aber diese Schatten durch eine ungewöhnliche Beleuchtung an andere Stellen, so gelangen sie zur Wahrnehmung. Man wird deutlich sehen, wie die Stämme dieser Baumfiguren alle gegen eine seit-

wärts gelegene Stelle hinlaufen, die Stelle, welche dem Eintritte des Sehnerven entspricht, von der wir gleich sprechen werden. Sie ist schwer zu beobachten, weil sie, wenn wir auf dieselbe zu sehen bestrebt sind, stets seitlich entflieht. An der Stelle, auf welche wir gerade sehen, befinden sich wenig Gefässe, ja eigentlich gar keine, wie man bequemer bei anderen Beobachtungsmethoden sehen kann. Blickt man durch ein mit einer Nadel gestochenes Loch in einem Kartenpapiere gegen eine Lampenkugel, so bemerkt man bei ruhiger Haltung der Karte die beschriebenen mouches volantes, macht man aber rasche Bewegungen mit der Karte, so sieht man auf dem hellen Grunde ein äusserst zierliches Netzwerk, in welchem man leicht die Netzhautgefässe wiedererkennen wird, nur kommen hier die feineren Verästelungen zur Anschauung, und man wird leicht die vollkommen gefässlose Stelle im Centrum erkennen, welche der Stelle des directen Sehens entspricht und eine äusserst zierliche chagrinartige Zeichnung besitzt.

Die Netzhaut, eine äusserst complicirt gebaute, aus vielen Schichten bestehende Membran, hat in der äussersten derselben die Endigungen der Sehnervenfasern, mit welchen wir eigentlich sehen. Die Blutgefässe jedoch, welchen wir eben unsere Aufmerksamkeit schenkten, liegen in einer viel weiter nach innen gelegenen Schicht, welche von den Lichtstrahlen passirt werden muss, ehe sie zu der äussersten, der sogenannten Stäbchenzapfenschichte gelangen. Es ist ein-

leuchtend, dass dort, wo die Blutgefässe liegen, keine Lichtstrahlen zur Zapfenschichte gelangen können, weil erstere undurchsichtig sind; an diesen Stellen ist eigentlich das Auge blind. Wir haben jedoch keine Ahnung hievon, weil wir eben an diese Blindheit, an diese Lücken im Sehfelde gewohnt sind. Es gibt aber noch eine Stelle von viel grösserer Ausdehnung, an welcher wir blind sind, diejenige nämlich, an welcher der Sehnerv in unser Auge eintritt. Dort befinden sich keine Nervenendigungen, keine Stäbchen und Zapfen und mit dieser Stelle haben wir daher auch keine Lichtempfindung. Kleben wir uns eine runde Scheibe weissen Papieres von etwa zwei Centimeter Durchmesser auf ein Stück matten schwarzen Papieres oder auf einen schwarzen Stoff und sehen wir mit dem rechten Auge bei verschlossenem linken in etwa 30 Centimeter Entfernung auf einen gut markirten Punkt, der vom Centrum der Scheibe ungefähr 70 Centimeter nach links und fünf Millimeter nach oben gelegen ist, so fällt die weisse Scheibe gerade in das Bereich des blinden Fleckes und ist, da wir sie nicht sehen, vollkommen verschwunden.

Jeder Nerv wird, mag er auf was immer für eine Art gereizt werden, stets nur in einer bestimmten Weise reagiren. Ein Bewegungsnerv wird, wenn man ihn reizt, stets einen Muskel zur Zusammenziehung bringen, ein Gefühlsnerv wird uns immer nur eine Gefühlsempfindung vermitteln, ein Geschmacksnerv nur eine Geschmacksempfindung, und ein Nerv, der zum Sehen

dient, wird, mag man ihn drücken, schneiden, quetschen, elektrisiren u. s. w., stets nur eine Gesichtsempfindung in uns hervorrufen. Eine solche werden wir also nicht nur durch Lichtstrahlen erhalten, sondern auch durch viele andere auf den Sehnerven und seine Ausbreitung im Auge, die Netzhaut, wirkende Reize; und solche Reize werden daher im Stande sein, eine Menge optischer Täuschungen hervorzubringen.

Halten wir alle äusseren Lichtreize von uns ab, setzen wir uns in tiefer Nacht in ein mit Vorhängen und Fensterläden vollkommen abgeschlossenes Zimmer, verbinden wir uns überdies die Augen, ohne einen Druck auf sie auszuüben, warten wir überdies noch eine Viertelstunde, um alle Nachwirkungen früheren Lichteinfalles schwinden zu lassen, so werden wir doch nie vollkommene Nacht um uns haben; ich will sagen, wir sehen nicht vollkommen schwarz, sondern das ganze Gesichtsfeld ist von einem lichten Scheine eingenommen, der keine vollkommen gleichmässige Fläche bildet, sondern mir z. B. den Eindruck macht wie die Unebenheiten eines glatt gespannten Stückes Tuch. Bewegen wir die Augen, so huscht allenfalls ein intensiverer lichter Nebelfleck geisterhaft an uns vorüber.

Diese Erscheinung nennt man das Lichtchaos oder das Eigenlicht der Netzhaut. Wodurch es veranlasst wird, ist nicht vollkommen sichergestellt, vielleicht ist es der Ausdruck chemischer Vorgänge in dem nervösen Apparate.

Anders verhält es sich, wenn man die Augen in einem nicht erleuchteten Zimmer schliesst, in dem von Aussen noch eine Menge Lichtstrahlen eindringen, oder gar am Tage. Dann dringt das Licht durch die Augenlider hindurch und das Gesichtsfeld ist gelbroth erhellt. In diesem Gesichtsfelde sieht man verschiedene lichtere, auch farbige Pünktchen sich bewegen, manche sehen auch eine gelbe oder gelbröthliche Scheibe mit blauem Rande, die dann zu einer blauen Scheibe mit gelbem Rande wird. Beginnt man nun in diesem Zustande einzuschlummern, so beginnt die Phantasie mit diesen Erscheinungen ihr Spiel zu treiben. Die gelbröthliche Scheibe bekommt dunklere Flecke, diese werden zu Augen, Nase und Mund und alsbald schwebt ein deutliches menschliches Gesicht, das bekannte oder fremde Züge trägt, vor unseren Augen. Darüber wacht man aus dem Halbschlummer auf und das Bild schwindet, oder man geräth in festen Schlaf, der weiteres Beobachten verhindert. Aus complicirteren Phantasmen können sich auch Landschaften zusammensetzen oder farbige zierliche Muster. Ich entnehme diese Beobachtungen einer Mittheilung von Geissler aus dem Jahre 1871, der diese Phantasmen von Zeit zu Zeit hatte, am meisten beim „Einnicken“ nach dem Mittagmahle, oder Morgens, wenn er nochmals einschlief, seltener des Abends. Ich selbst erinnere mich nur aus meinen frühen Kinderjahren, blaue und gelbe Muster im Morgenschlafe gesehen zu haben, aus denen sich dann Träume schreckhafter Natur entwickelten; ich

entsinne mich noch deutlich, dass es ein stets wiederkehrender gleicher Traum war, über den ich nichts Weiteres auszusagen vermag, als dass das gelbgrüne Muster, welches darin eine Rolle spielte, mir höchst zuwider war, und dass ich die schlecht harmonirenden Farbentöne noch heute wiederzugeben vermöchte. Gesichter bemühte ich mich oft zu sehen, es gelang mir aber nicht, wahrscheinlich, da ich zu rasch einschlafe; über Nachmittagsschläfchen habe ich keine Erfahrung. Doch kenne ich jüngere Personen, welche die „Schlafgesichter“ sehr gut kennen; ich meine auch, dass sie oft die Ursache sind, warum sich Kinder beim Einschlafen fürchten und die Gegenwart der Mutter oder doch ein Licht im Zimmer verlangen. Möglicher Weise bauen sich auch die Hallucinationen Kranker, z. B. an Säuferdelirium oder an fieberhaften Krankheiten Leidender, auf der Basis subjectiver Gesichtsempfindungen auf, die dann die Phantasie in allerlei Spuk umsetzt.

Während hier aber noch immer das durch die geschlossenen Lider eindringende Licht eine Rolle zu spielen vermag, sind andere Gesichtserscheinungen von diesem ganz unabhängig. So erzeugt eine mechanische Reizung der Netzhaut sehr lebhafte Lichtempfindung. Drückt man mit einer Fingerspitze möglichst seitlich an das Auge, so erblicken wir auf der entgegengesetzten Seite ein eigenthümliches Lichtphänomen. Wir reizen durch den Fingerdruck mechanisch die Netzhaut; da wir gewohnt sind, alle Lichtreize, die z. B. von links kommen, mit der rechten Netzhauthälfte wahrzuneh-

men, und alle von rechts kommenden mit der linken, da alle oben befindlichen Gegenstände auf der unteren, alle unten situirten auf der oberen Partie der Netzhaut abgebildet werden, und da wir folglich jeden Reiz auf der linken Seite als von rechts kommend ansehen, auf ein rechts befindliches Object beziehen, so werden wir, wenn wir mit der Fingerkuppe z. B. schläfenwärts drücken, die Lichterscheinung nasenwärts sehen. Sie besteht im Allgemeinen in einer hellen Scheibe, die oft im Innern einen dunklen Fleck besitzt, von einem dunklen Hofe und darauf von einem Lichthofe umsäumt wird. Bei geöffnetem Auge erscheint die Scheibe dunkel. Ganz anders sind die Erscheinungen, wenn man keinen umschriebenen Druck auf das Auge ausübt, sondern mittelst der flach aufgelegten Hände einen gleichmässigen. Man sieht dann die wunderlichsten und prächtigsten Figuren, die übrigens bei verschiedenen Personen verschieden, bei manchen von grosser Regelmässigkeit, bei anderen mehr unregelmässig sind. Ich sehe meist zuerst bei leichtem Drucke einen dunkleren Fleck im Centrum des Gesichtsfeldes, der bald farbig wird, dem sich seitlich eine Menge sehr unregelmässige verschiedenfarbige Bänder und Flecken beigesellen: dann taucht gewöhnlich ein sehr regelmässiges feines Muster auf, dunkle Sternchen auf lichtem Grunde, oder durcheinander geworfene Stückchen eines Irrweges, aber mit grosser Regelmässigkeit angeordnet, oder auch fein dendritisch verästelte Sterne; bei zunehmendem Drucke erscheinen plötzlich die Netzhautgefässe leuch-

tend auf dunklem Grunde, der dann wieder die Sternmuster folgen. Hiebei wird der Druck aber schon schmerzhaft, so dass es mir stets räthlich schien, ihn nicht fortzusetzen. Oeffne ich nun das Auge und sehe auf eine helle Papierfläche, so sehe ich die ganze Aderfigur der Netzhaut dunkel auf dem hellen Grunde des Papieres, aber so, dass die gefässlose Stelle des Centrums heller ist als die der umgebenden Fläche. Dass ich hiebei die Netzhautgefässe vor mir habe, ist mir vollkommen zweifellos; die Erscheinung ist mir sogar das prägnanteste Stadium aller von mir gesehenen Druckbilder. Aber nicht immer sehe ich dieselben Bilder; manchmal sind feurige, rothe, blaue, gelbe Pünktchen sichtbar, oder ein heller centraler Ring von den herrlichsten Farben mit dunklem Centrum; ich habe auch nachher bei offenem Auge auf hellem Grunde des Papieres die Gefässfigur mit dunklem Centrum gesehen, oder einen wunderbar lichtbläulichgrünen querovalen grossen Ring von beträchtlichem Durchmesser und langer Dauer; dabei war das Sehen aber so schlecht, dass ich mit dem Auge nicht lesen konnte und minutenlang bis zur Erholung warten musste. Gewiss sind es diese brillanten Druckphospheme, welche blinde Kinder (d. h. solche, welche durch Zerstörung der Hornhaut erblindet sind, die aber noch eine empfindliche Netzhaut haben) veranlassen, an ihren Augen mit den Fingern continuirlich zu drücken und zu kneten und sich so die einzig möglichen Gesichtsempfindungen zu erzeugen. Das intensivste Druckphosphem tritt wohl dann ein,

wenn Jemand einen Schlag auf das Auge erhält, „so dass ihm das Feuer aus demselben spritzt“. Natürlich haben wir es hier aber nur mit einer subjectiven Lichterscheinung zu thun und mit keinem objectiven Lichte, das allenfalls ein Zweiter im Dunklen sehen könnte; ebensowenig werden wir es glauben, wenn Jemand beim Scheine dieses Lichtes seinen Angreifer erkannt haben will.

In derselben Weise wie Druck und Schlag wird auch der elektrische Strom Lichterscheinungen hervorrufen. Schon mit schwachen Strömen sieht man beim Oeffnen und Schliessen einen lebhaften Blitz; schöne Lichtfiguren entstehen beim constanten Durchfliessen stärkerer Ströme, die nach der Richtung des Stromes verschieden sind; doch will ich auf sie nicht weiter eingehen.

Auch der Licht- und Farbenerscheinungen an Augen, die an Erkrankung der Netzhaut, des Sehnerven und der Aderhaut leiden, will ich nur andeutungsweise erwähnen; sie können, trotzdem sie ganz glänzende Phänomene sein mögen, den Kranken viele Qualen verursachen; sie sind das am Sehnerven, was die Schmerzen an den Gefühlsnerven sind.

Doch will ich einer Erscheinung etwas ausführlicher gedenken, die, obwohl sie eigentlich auch krankhaft ist, doch wegen ihrer Ungefährlichkeit und relativen Häufigkeit mehr Interesse als Furcht zu erregen im Stande ist. Sie tritt am häufigsten als Vorläufer einer Migräne ein und wird gewöhnlich als „Flimmern

vor den Augen“ abgethan; sie kommt folglich häufiger beim weiblichen Geschlechte vor als beim männlichen; sie ist aber auch bei diesem nicht selten, und unsere Kenntniss verdanken wir zum grössten Theile den Selbstbeobachtungen von Aerzten und Naturforschern. Es dürfte am zweckdienlichsten sein, einen typischen Anfall in seiner gewöhnlichen Form zu beschreiben. Der Befallene sei mit Lesen beschäftigt; er merkt plötzlich, dass ihm einige Buchstaben im Fixationspunkte oder in der Nähe desselben unklar werden, und zwar durch einen Nebelfleck, der sich über dieselben lagert. Dieser Fleck vergrössert sich und nimmt allmälig die Gestalt eines Hufeisens oder einer Mondsichel an, deren Bogenöffnung gewöhnlich nach einer Seite gerichtet ist; gleichzeitig bekommt er scharfe zackige Ränder an der Aussenseite des Bogens, die in immerwährender Zickzackbewegung sind und eine leuchtende Feuerfarbe besitzen oder auch in allen Farben des Regenbogens glänzen. Der graue, nicht gefärbte Nebel der Mondsichelfläche ist dabei in immerwährender flimmernder, kochender Bewegung. Die Erscheinung vergrössert sich langsam, bis sie die Grenzen des Gesichtsfeldes erreicht, dann blassen die Zickzacklinien ab, verschwinden, der flimmernde Nebel wird ruhiger, kleiner und verschwindet endlich dort, wo er entstanden. Zu bemerken ist, dass diese Erscheinung eigentlich nur die eine seitliche Hälfte des Gesichtsfeldes einnimmt, auch im Finstern sichtbar ist und beiden Augen angehört. Gewöhnlich beginnt gleich darauf

der Kopfschmerz und dauert während des ganzen Tages an, in manchen Fällen fehlt er jedoch vollständig und mit dem Schwinden des Flimmerscotoms, wie wir die Affection nennen, ist der Anfall vorüber. Veranlassung dazu bieten meist Momente, die zu körperlicher Ermüdung führen (z. B. anstrengende Fusspartien, Hunger), oder welche geistige Abspannung zur Folge haben; übrigens Alles, was Veranlassung zur Migräne geben kann. Dass der Zustand, der wahrscheinlich von einer theilweisen Blutleere des Gehirnes abzuleiten ist, ungefährlich ist und eher durch das Brillante seiner Erscheinung Interesse erregen kann, habe ich schon erwähnt.

Eine grosse Seltenheit ist eine Affection, deren Ursache bisher noch nicht hinlänglich aufgeklärt ist, deren ich aber wegen ihrer Sonderbarkeit Erwähnung thue, das Rothsehen, an dem manche Personen leiden. Zumeist sind es Leute, die kurz vorher durch eine Operation vom grauen Staare befreit wurden, und welche sich wieder eines ganz guten Sehvermögens erfreuen; aber auch solche mit gesunden Augen, aber einer Dosis von Nervosität, können daran leiden. In der Regel sehen sie Morgens beim Aufstehen oder Abends, sobald die Dämmerung beginnt, Alles roth, und zwar grellroth, wie in rothem bengalischen Lichte; Gesichter erscheinen ihnen oft von der Farbe gekochter Krebse, im Walde ist es ihnen, als ob der Wald brenne; unter Tages fehlt das Rothsehen oder ist blos in geringem Grade vorhanden, als lichter fleischrother

Schein. In allen bisher beobachteten Fällen ist die Erscheinung, nachdem sie kürzere oder längere Zeit gedauert, wieder verschwunden. Auch Fälle von Blau- und Gelbsehen wurden beschrieben, doch wissen wir über diese noch weniger. Das letztere, das Gelbsehen, können wir uns jedoch leicht selbst erzeugen, wenn wir eine kleine Dosis Santonin einnehmen; es ist dann ebenso intensiv wie das beschriebene Rothsehen.

Ganz verschieden von den eben beschriebenen sind die optischen Täuschungen, welche daraus hervorgehen, dass die Empfindung eines Reizes des Sehapparates diesen Reiz überdauert. Wenn wir im Finstern einen glühenden Span rasch im Kreise bewegen, so sehen wir einen feurigen Kreis. Der Lichteindruck ist noch lange nicht vorüber, wenn das Bild des glühenden Punktes schon die Nachbarstelle der Netzhaut trifft, und er dauert noch an, wenn er bei rascher Drehung schon am Anfangspunkte wiederangelangt ist. Wenn wir auf einer weissen Scheibe einen schwarzen Punkt anbringen und die Scheibe rasch rotiren lassen, so wird anstatt des Punktes eine graue Kreislinie gesehen werden. Wir haben von dieser Erscheinung schon im vorigen Jahre Gebrauch gemacht, als es sich darum handelte, Farben im Auge selbst zu mischen. Klebe ich auf eine Scheibe farbige Sectoren und lasse erstere sich rasch drehen, so wird das Bild des einen farbigen Sectors auf Netzhautstellen fallen, die noch das Bild eines andersfarbigen Sectors empfinden, dieselbe Netzhautstelle empfindet also zwei oder mehrere Farben

zugleich und erhält dadurch die Empfindung der Mischfarbe. Wir haben auf diese Weise gesehen, dass z. B. Blau und Gelb als Mischfarbe nicht etwa Grün, sondern Weiss, beziehungsweise Grau ergeben. Aus demselben Grunde sehen wir rasch sich drehende Räder als Scheiben, in denen wir keine Speichen unterscheiden können u. s. w. Wir werden dasselbe aber auch an einem ruhenden Punkte sehen. Betrachten wir z. B. kurze Zeit eine Lampenflamme und löschen wir dieselbe rasch aus, so sehen wir das Bild der Flamme noch eine Zeitlang vor uns. Wir sehen das Nachbild derselben. Wir dürfen die Nachbilder nicht mit Erinnerungsbildern verwechseln. Wir können uns durch unsere Phantasie bei geschlossenen Augen die Bilder früher gesehener Objecte vor uns zaubern, wir sehen die Gesichter bekannter Personen, oft gesehener Oertlichkeiten gleichsam mit unserem geistigen Auge, wir können sie sogar nach diesen Erinnerungsbildern nachzeichnen, dieses sind jedoch keine Nachbilder. Bei den letzteren kann es geschehen, dass wir in ihnen Details wahrnehmen, die wir beim Anblicken derselben ganz übersahen, in der Erinnerung sehen wir immer nur das, was uns wohlbekannt ist.

Wir unterscheiden vor Allem zwei Arten von Nachbildern: solche, in denen wir das hell sehen, was im Objecte hell ist, und das dunkel, was im Objecte dunkel ist, diese nennen wir positive Nachbilder; und solche, in welchen wir das im Objecte Helle dunkel und das im Objecte Dunkle hell sehen, das sind negative

Nachbilder. Wir gebrauchen also dieselbe Bezeichnung, die der Photograph bei seinen Bildern anwendet.

Zur Erzeugung schöner positiver Nachbilder gehört eine gut ausgeruhte Netzhaut und ein nur kurze Zeit einwirkender Reiz. Man sieht sie daher am besten, wenn man eine Zeitlang im Dunklen gesessen oder die Augen längere Zeit verdeckt hat, am lebhaftesten am Morgen nach dem Erwachen. Sieht man nach solchen Vorbereitungen momentan auf ein helles Object, so kann man ein sehr lebhaftes positives Nachbild erhalten, welches schwindet, ohne dass ein negatives nachfolgt. Oeffnet man, so lange es noch besteht, die früher geschlossenen Augen und blickt auf eine helle Fläche, so erscheint auf derselben das Nachbild negativ. Dieses tritt aber auch bei geschlossenen Augen ein, wenn man den primären Eindruck etwas länger währen lässt. Negative Nachbilder erhält man, wenn man einen helleren Gegenstand längere Zeit fixirt, und zwar dauern sie um so länger und sind um so lebhafter, je länger die Fixation dauerte und je heller das Object war. Am lebhaftesten sind die Blendungsbilder, welche von sehr stark leuchtenden Objecten, von Flammen, von der Sonne entstehen, sie haben auch eine ungewöhnlich lange Dauer.

Eine Spielerei, welche auf der Erscheinung der Nachbilder beruht, ist folgende. Fixirt man eine Zeitlang die Zeichnung eines Gesichtes, in welchem das Helle schwarz ist, die Schatten aber weiss gehalten sind, schliessen wir dann die Augen oder blicken wir

auf eine mässig helle weisse Wand, so sehen wir das Gesicht in natürlicher Schattirung sehr lebhaft vor uns schweben. Solche Zeichnungen von den Köpfen bekannter Persönlichkeiten, z. B. als „Geist Richard Wagner's", sind käuflich zu haben. Es gehört nur zur Hervorbringung vieler Nachbildversuche einige Uebung einerseits, aber auch Vorsicht andererseits, da die Augen dadurch leicht angegriffen werden und die Nachbilder auch ungerufen in quälender Weise eintreten können. Von den Nachbildern der Sonne ist das ja allbekannt.

Wir haben bisher auf die Farbe der Nachbilder keine Rücksicht genommen. Das positive Nachbild ist, wenn schön entwickelt, gleich gefärbt dem Objecte, das negative dagegen von complementärer Färbung. Das Nachbild von Purpur wird also grün sein, das von Gelb blau, das von Roth blaugrün. Man sieht sie am besten, wenn man ein farbiges Papierstückchen auf einen grauen Grund legt, dasselbe durch etwa 30 Secunden fixirt und nun plötzlich wegzieht; es erscheint dann die Stelle, an der es sich befand, in lebhafter Gegenfarbe. Legt man auf farbigen Grund ein schwarzes Papierstückchen und entfernt dieses nach längerer Fixation, so erscheint an seiner Stelle der farbige Grund viel intensiver gefärbt; noch grösser wird die Intensität, wenn man statt des schwarzen Papieres ein dem Grunde complementär gefärbtes verwendet hat. So erscheint uns auch z. B. ein Wald, eine Wiese viel grüner, wenn wir zuvor durch ein complementär rothgefärbtes Glas gesehen hatten.

Man kann aber auch von weissen Objecten farbige Nachbilder bekommen, namentlich wenn erstere sehr intensiv beleuchtet sind oder selbst leuchten. Die Farben verändern sich dann nach und nach, wir sagen, die Nachbilder klingen farbig ab. Besonders schön sind sie von leuchtenden Objecten, z. B. von einer Flamme, namentlich scheint mir das Blau, Violett und Purpur, das ich sehe, von einer unvergleichlichen Schönheit. Die Reihenfolge der Farben ist verschieden nach der Länge der Einwirkung, auch wird sie nicht von allen Beobachtern gleich angegeben. Nach Fixation der Flamme eines Gasrundbrenners durch 60 Secunden sehe ich zuerst grünlichgelb, dann gelb, manchmal lichtroth, dann negativ blaugrün und positiv violett wechselnd, dann blau mit violett wechselnd, das Violett wird röthlich und wechselt mit immer dunklerem Blau, endlich erscheint leuchtender Purpur und zuletzt tiefes Schwarzblau, endlich Dunkel ohne Farbe.

Das Wechseln der Farbe tritt meist so ein, dass das Nachbild einen farbigen Saum erhält, der sich bald über die ganze Fläche ausbreitet.

Bei der Betrachtung der Sonnenscheibe (durch ein berusstes Glas) beobachtete man zuerst Weiss, dann Hellblau, Grün, Roth, Blau.

Dieses farbige Abklingen sieht man auch an schwarz und weiss bemalten Scheiben, welche man schnell rotiren lässt, am besten auf einer mit einer schwarzen Spirallinie auf weissem Grunde, (Fig. 1) es treten dann deutlich rosenrothe und grünliche Färbungen auf.

Ich habe demonstrirt, wie bei Fixation einer farbigen Papierscheibe auf grauem Grunde ein complementär gefärbtes Nachbild entstand, wenn ich das farbige Scheibchen entfernte. Man bezeichnete diese Erscheinung auch mit dem Namen des successiven Contrastes zum Unterschiede von den optischen Täu-

Fig. 1.



schungen, welche dadurch entstehen, wenn man zwei verschieden gefärbte Objecte neben einander betrachtet, und welche man simultanen Contrast benennt.

Druckt man mit gewöhnlicher Druckerschwärze eine Schrift auf einen purpurrothen Grund, so erscheinen die Buchstaben nicht schwarz, sondern grün. Man kann das häufig an Placaten beobachten und kann sich

überzeugen, dass die grüne Farbe nur auf Täuschung beruhte, wenn man bei einem grossen Buchstaben die Farbe des Grundes durch weisses Papier verdeckt. Der im letzten Jahre vielgenannte französische Gelehrte Chevreuil erzählt, dass Händler mit gemusterten Stoffen zu ihm gekommen seien, die sich über die Fabrikanten beklagten. Sie hätten auf farbige Stoffe schwarze Muster drucken sollen, statt dessen hätten sie auf den rothen Stoff grüne, auf den blauen gelbe Muster gedruckt. Es erschienen eben die schwarzen Muster durch simultanen Contrast in der complementären Farbe. Legen wir ein graues Papierstückchen auf ein farbiges von etwa derselben Helligkeit, so wird es nach kurzer Betrachtung die complementäre Farbe annehmen, viel auffallender erscheint dies jedoch, wenn wir über das Ganze ein weisses Seidenpapier breiten; es erscheint dann auf grünem Grunde das graue Papier lebhaft purpurroth, auf blauem Grunde gelb, auf rosenrothem grün u. s. w.

Sehr interessant sind auch die farbigen Schatten. Beleuchtet man eine weisse Wand durch eine Flamme, setzt man vor diese ein farbiges Glas, so dass die Wand in der Farbe des Glases erscheint, und wirft man dann durch Dazwischenhalten z. B. eines Bleistifts auf die Wand einen Schatten, so erscheint dieser grau, er wird aber sogleich die complementäre Farbe annehmen, wenn man ihn von der Seite her durch eine zweite Lichtquelle beleuchtet; der Schatten auf grünem Grunde erscheint roth, der auf blauem gelb, der auf rothem

grün; daneben zeigt sich der von der zweiten Lichtquelle entworfene Schatten, der von dem Lichte hinter dem Glase beleuchtet wird, in der Farbe des Glases. Wahrscheinlich sind Ihnen Allen die blauen Schatten bekannt, welche entstehen, wenn man, während es dämmert, eine Kerze anzündet. Diese wirft, wenn sie z. B. auf einem weissen Tischtuche steht, welches sie wegen der gelben Flamme des Lichtes gelb färbt, Schatten von Gegenständen, diese Schatten werden aber vom Tageslichte beleuchtet und erscheinen blau. So sieht man auch, wenn bei Mondschein Laternen angezündet sind, schöne blaue Schatten. Sie begreifen, dass diese Erscheinungen bei Zusammenstellungen von Farben von grosser Wichtigkeit sein können, will man nicht ganz unerwünschte Wirkungen erzielen.

Es erübrigt noch, die Ursachen aller dieser Erscheinungen anzugeben. Es wurde bereits erwähnt, dass die Empfindung den Reiz überdauert. Wenn wir also von einem Gegenstande ein Nachbild entwickeln, so entsteht dieses dadurch, dass die betreffenden Netzhautstellen den Reiz noch empfinden, nachdem wir die Augen schon geschlossen haben. Das dadurch entstandene Nachbild ist natürlich positiv. Hat aber das Licht längere Zeit eingewirkt, so sind an den getroffenen Netzhautstellen Veränderungen eingetreten, welche dieselben unempfindlicher gegen das Licht machen, und deshalb erhalten wir jetzt die entgegengesetzte Empfindung; statt hell sehen wir also dunkel. Das Nachbild ist negativ. Dasselbe, was für Weiss und Schwarz gilt,

hat aber auch für Farben Geltung, nur heissen jetzt die Gegensätze blau und gelb, purpur und grün, roth und blaugrün u. s. w. Eine von Blau längere Zeit belichtete Netzhautstelle empfindet jetzt nicht mehr Blau, sondern das Gegentheil, das ist Gelb u. s. w. Ich will diese Erklärungen nur andeutungsweise geben, und will Vieles des Vorgetragenen ganz unerklärt lassen, nachdem ich die Richtung angegeben, in welcher die Erklärung zu suchen ist. Ich will in dieser Beziehung absichtlich um so zurückhaltender sein, als sich jetzt zwei Theorien ziemlich schroff gegenüberstehen, von welchen die eine Ermüdung der Netzhaut, die andere chemische Vorgänge annimmt, da mir hier nicht der Ort zu sein scheint, mich für die eine oder die andere Theorie zu entscheiden.

II.

Wenn unsere Netzhaut durch irgend ein Bild, das von Gegenständen der Aussenwelt mit Hilfe des optischen Apparates im Auge, der Hornhaut und Linse, auf ihr entworfen wird, eine Erregung erfährt, so wird diese Erregung durch den Sehnerven zum Gehirne fortgepflanzt und dort zu unserem Bewusstsein gebracht. Das, was wir sehen, ist nicht das Object selbst, sondern das von ihm auf der Netzhaut entworfene Bild, welches wir erst durch eine psychische Thätigkeit auf ein Object beziehen müssen; wir müssen erst durch

Analogieschlüsse, die ganz unbewusst erfolgen, zu dem Urtheile kommen, dass einem bestimmten Netzhautbilde ein bestimmtes Object von bestimmter Eigenschaft an einem bestimmten Orte entsprechen müsse, weil in früheren Fällen demselben Bilde dasselbe Object mit denselben Eigenschaften bezüglich der Gestalt und des Ortes entsprach. Wenn wir auf der linken Hälfte unserer Netzhaut einen Gesichtseindruck erhalten, so wissen wir, dass derselbe nach allem unseren Erfahren kommen müsse von einem gegenüber, also rechts gelegenen Objecte, wir schliessen, dass rechts ein Object sich befinden müsse.

Ich habe schon in meiner ersten Vorlesung gesagt, dass wir diesen Schluss selbst dann zu machen gezwungen sind, wenn wir die Ueberzeugung haben, dass er unrichtig sei. Ich sagte, dass, wenn wir durch Fingerdruck auf das Auge die Netzhaut auf der linken Seite mechanisch reizen, wir immer eine Lichterscheinung rechts sehen, obwohl wir wissen, dass dort kein Object sich befindet, auf welches dieselbe bezogen werden könnte.

Die Deutung dessen, was wir sehen, ist also auf Erfahrung und Einübung basirt, und es ist sehr schwer zu entscheiden, was wir, unabhängig von diesen, unmittelbar durch die Empfindung erfahren. Forscher von grossen Namen haben in dieser Beziehung sehr verschiedene Ansichten, und es stehen sich noch heute die empiristische Theorie, welche dem Einflusse der Erfahrung den grössten Spielraum lässt, und die nati-

vistische Theorie, welche gewisse elementare Anschauungen, namentlich der Raumverhältnisse, für angeboren hält, schroff gegenüber. Wir werden darüber nicht entscheiden, es ist aber wohl als zweifellos anzunehmen, dass eine Reihe von Wahrnehmungen nur durch den Einfluss der Erfahrung zu Stande kommen.

Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Beobachtungen, welche an Blindgeborenen, die später ihr Sehvermögen wieder erlangten, gemacht wurden. Es waren dies zumeist Leute, die einen grauen Staar von Geburt an besassen, oder deren Pupille in frühester Jugend durch ein entzündliches Leiden verschlossen wurde, und die später durch eine Operation wieder zum Sehen gelangten. Sie waren also nicht vollständig blind, sondern unterschieden noch Licht und Dunkel und konnten auch urtheilen, von welcher Seite her das Licht kam, hatten also schon einen gewissen Grad von Sehvermögen, der uns aber nicht abhalten wird, sie für blind zu halten. Solche Leute wissen anfänglich mit dem, was sie sehen, nichts anzufangen. Sie erkennen die Gegenstände erst, wenn sie dieselben gleichzeitig betasten, sie haben keine Idee von der Grösse, von der Entfernung der Gegenstände, ebensowenig von der Form oder Farbe. Wenn einem solchen Operirten (um mich auf bestimmte Fälle zu beziehen) z. B. ein Schlüssel und ein silbernes Kästchen in die Hände gegeben wurde, erkannte er sie bei geschlossenem Auge sehr gut, als man sie ihm jedoch nebeneinander auf

den Tisch legte, wusste er nicht, welches der Schlüssel und welches das Kästchen sei, ebensowenig wurde eine Kugel und ein Würfel erkannt. Hatte man ihm Pferde und Wagen in der Nähe gezeigt, hielt er sie vom zweiten Stockwerke aus gesehen für Hunde, die an Schiebkarren gespannt sind. Bilder wurden für die Gegenstände selbst gehalten, und später entstand grosse Verwunderung darüber, dass sie sich nicht wie diese anfühlen liessen. Für Entfernung der Gegenstände fehlten alle Begriffe, Viele gaben an, dass die Gegenstände ihr Auge zu berühren scheinen, hielten auch später ferne Gegenstände für zu nahe u. s. w.

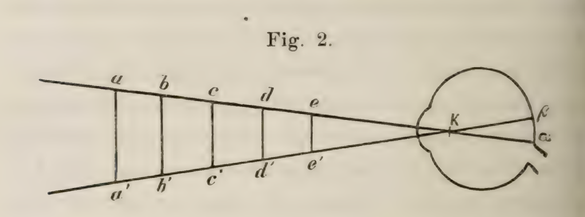
In einem Falle, in welchem ein Auge operirt war und sehen gelernt hatte, konnte das zweite später operirte Auge bei verbundenem ersten die Gegenstände sogleich richtig erkennen. Ganz ähnlich entwickelt sich das Sehen beim neugebornen Kinde, nur viel langsamer. In den ersten sechs Tagen nach der Geburt sind die Augenbewegungen wie die der Hände höchst ungeordnet. Ein räumliches Sehen soll nach drei Wochen noch nicht vorhanden sein; Lidschluss auf plötzliche Annäherung der Hand gegen die offenen Augen soll nicht vor Ende der ersten zwei Monate erfolgen. Diese von Preyer stammenden Angaben haben zwar von manchen Seiten Einwendungen erfahren, doch wissen wir auch ohne darauf gerichtete wissenschaftliche Untersuchungen, dass die Kinder erst sehen lernen müssen, dass sie nach dem Monde greifen, Personen erst mit der Zeit wieder erkennen u. s. w.

Diesen Erfahrungen entgegen stehen nur die Beobachtungen, dass viele Thiere sogleich, wenn sie eine Thätigkeit zu äussern im Stande sind, es in zweckmässiger Weise thun, dass ein aus der Puppe gekrochener Schmetterling sogleich zu fliegen beginnt, dass ein aus dem Ei gekrochenes Hühnchen sogleich nach dem Futter pickt und viele ähnliche. Man muss bei diesen wohl gewisse Fähigkeiten des Sehens als angeboren zugeben, es frägt sich aber, ob man daraus auf analoge Verhältnisse beim Menschen schliessen darf. Es sei dem jedoch wie ihm wolle, gewiss ist es, dass es zur Verwerthung unserer Gesichtsempfindungen in den meisten Fällen der Verstandesthätigkeit, der Erfahrung bedarf, um sich eine richtige Vorstellung des Gesehenen zu bilden, wobei immerhin zugegeben werden kann, dass Manches auf unmittelbarer sinnlicher Anschauung beruhe. Sobald wir aber, unbewusst oder mehr oder weniger bewusst, Schlüsse ziehen, werden wir auch die Möglichkeit von Fehlschlüssen zugeben müssen, die dann zu Irrthümern in der Deutung des Gesehenen führen, zu optischen Täuschungen, über welche wir ja sprechen wollen.

Wenn wir ein einfaches Object, z. B. eine kreisrunde weisse Scheibe betrachten, so werden wir unsere Augen oder vielmehr das eine unserer Augen, denn ich werde vorläufig stets von dem Sehen mit einem Auge sprechen, so darauf richten, dass das Bild der Scheibe gerade an der empfindlichsten Stelle der Netzhaut, im sogenannten gelben Flecke entworfen wird.

Wir erhalten dann die Empfindung eines kreisrunden weissen Fleckes, den wir, da wir Alles, was wir sehen, als von der Aussenwelt kommend betrachten, in diese verlegen; wir wissen von ihr, dass sie von einem kreisrunden und weissen Objecte herrühren, mehr jedoch nicht. Wir wissen z. B. nicht, wie gross dieses ist, und auch nicht, wie weit es entfernt ist, denn verschieden grosse und verschieden weit entfernte Scheiben *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, *ee'* können ganz das gleiche Bild α β auf der Netzhaut entwerfen. Wir wissen auch nicht, ob das,

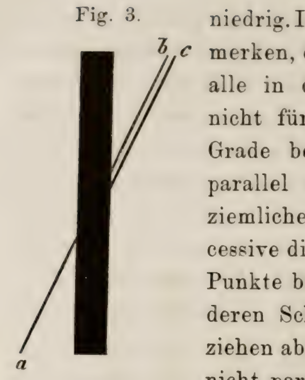
Fig. 2.



was wir sehen, ein Object von zwei oder von drei Dimensionen, ob es eine Fläche oder eine Kugel ist, denn der Schatten, den eine Kugel besitzen muss, könnte ja durch Bemalung einer Fläche imitirt sein. Ich weiss also nur, dass der Gegenstand sich gerade vor mir in der sogenannten Visirlinie befindet. Bringen wir nun eine zweite Scheibe rechts von der weissen, die wir stets fixiren, an, so wird von dieser links von der Stelle des directen Sehens ein Bild auf der Netzhaut entworfen und daher auf ein rechts von der weissen befindliches Object bezogen, während wir ein

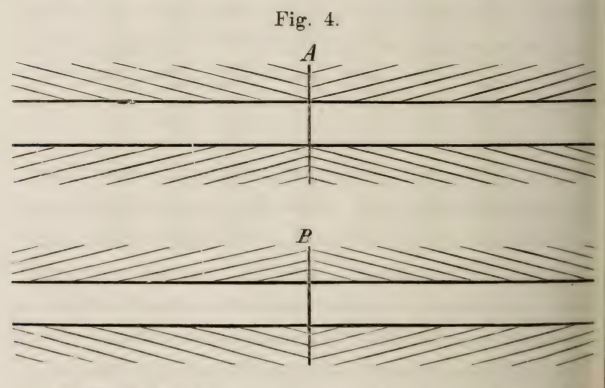
rechts auf der Netzhaut empfundenes Bild auf einen links befindlichen Gegenstand beziehen würden. Ebenso können wir uns Scheiben oben und unten angebracht denken, die sich dann unten, respective oben auf der Netzhaut abbilden würden. Wir werden sie alle auf eine ebene Fläche beziehen, obwohl sie in verschiedenen Entfernungen liegen könnten. Wir sehen also, dass wir auf diese Weise eine Anschauung von der Lage der Objecte in unserem Gesichtsfelde bekommen. Wenn wir nun wissen wollen, wie weit die Scheibe, welche rechts liegt, von der centralen entfernt ist, werden wir unser Auge nach rechts drehen und werden dazu eine gewisse Anstrengung unserer Augenmuskeln, welche diese Drehung vermitteln, ins Werk setzen. Durch Uebung werden wir wissen, welcher Länge einer Linie diese Drehungsanstrengung entspricht, wir werden dann das Auge nach links wenden und die Grösse der Strecke abschätzen, welche zwischen der centralen und der links gelegenen Scheibe gelegen ist, und können nun beurtheilen, wie sich diese Strecken bezüglich ihrer Grösse zu einander verhalten. Dies thun wir mit Hilfe des sogenannten „Augenmaasses“. Dieses unterliegt aber mehrfachen Täuschungen. So sehen wir z. B. von gleich langen verticalen und horizontalen Linien die ersteren länger, wahrscheinlich weil wir gewohnt sind, auf dem schief vor unseren Augen liegenden Papiere die senkrechten Linien in perspectivischer Verkürzung zu sehen. Wenn man ein Quadrat nach dem Augenmasse zeichnet, so macht man gewöhnlich die Höhe zu

Fig. 3.



niedrig. Ich will jedoch hier gleich bemerken, dass diese Täuschungen, wie alle in der Folge aufzuführenden, nicht für alle Augen in gleichem Grade bestehen. Ob zwei Linien parallel sind, beurtheilen wir mit ziemlicher Sicherheit, indem wir successive die Abstände ihrer einzelnen Punkte beurtheilen, ebenso Winkel, deren Schenkel parallel verlaufen; ziehen aber die Schenkel den Winkel nicht parallel, ist unser Augenmass sehr unsicher. So sollen, wenn man eine horizontale Linie durch eine verticale durchkreuzt, so dass vier

Fig. 4.



rechte Winkel entstehen, dem rechten Auge der rechts oben und der links unten liegende Winkel wie stumpfe erscheinen, die beiden anderen wie spitze, mit dem

linken Auge jedoch umgekehrt. Ich selbst sehe keinen wesentlichen Unterschied. Im Allgemeinen können wir sagen, dass wir spitze Winkel gewöhnlich für grösser halten, als sie wirklich sind. Zieht man durch eine dicke senkrechte Linie eine sehr schräge dünne (Fig. 3), so scheinen die beiden getrennten

Fig. 5.



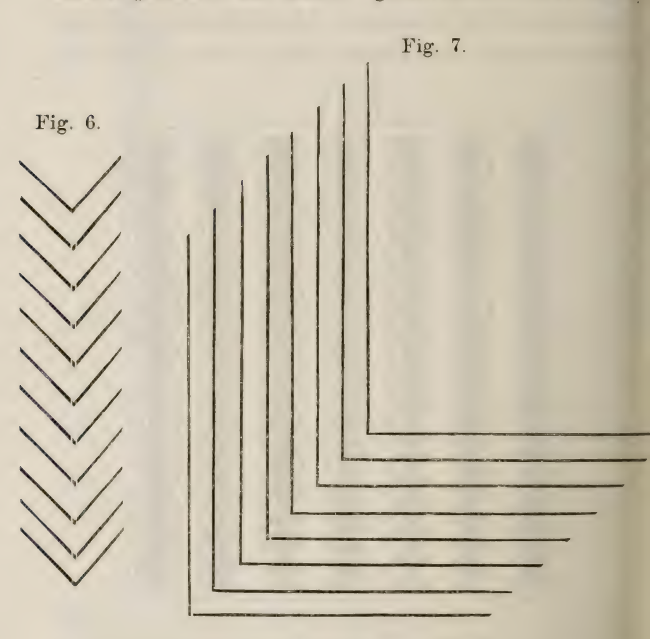
Stücke der letzteren nicht derselben Linie anzugehören, da die beiden spitzen Winkel zu gross taxirt werden. Wir halten die Linie *a c* für zusammengehörig, während es doch *a b* ist. Auf derselben Ueberschätzung beruht die auffallende Täuschung in der Fig. 4. Die Horizontallinien sind vollständig parallel, scheinen aber

in A in der Mitte auseinanderzuweichen, in B x-förmig sich einander zu nähern.

Zu vielen Controversen hat Figur 5, das sogenannte „Zöllner'sche Muster“ geführt. Die senkrechten

Fig. 7.

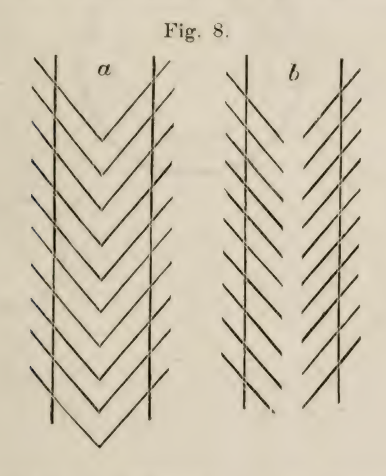
Fig. 6.



Linien sind genau parallel, durch unrichtige Taxirung der Winkel, die sie mit den schiefen Linien bilden, jedoch sind sie scheinbar gegen einander convergirend oder divergirend. In neuerer Zeit ist noch auf einen anderen Umstand aufmerksam gemacht

worden. Zeichnet man eine Anzahl gleich grosser Winkel mit parallelen Schenkeln hintereinander (Fig. 6 und 7), so scheinen die unteren Winkel grösser als die oberen, man meint, die Winkel, welche etwas einschliessen, seien grösser als die äusseren. Lässt man die Scheitel der Winkel weg und zieht die verticalen Linien (Fig. 8), dann hat man jedoch das Zöllner'sche Muster.

Fig. 8.

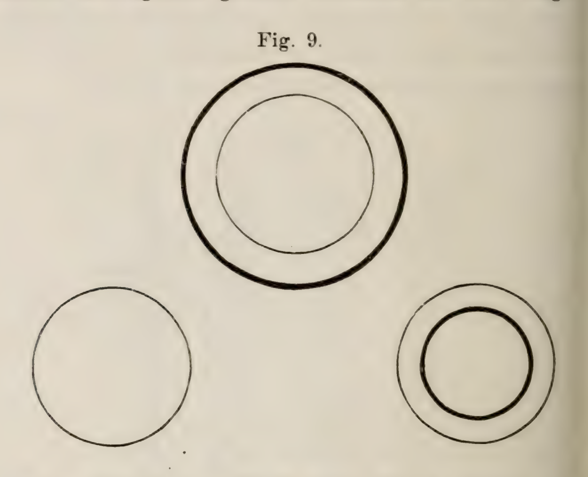


Es gibt aber auch Täuschungen, die darauf beruhen, dass das Eingeschlossene grösser erscheint als das Einschliessende. Zeichnet man mit demselben Radius drei Kreise und um einen derselben einen grösseren, in den anderen einen concentrischen kleineren (Fig. 9), so erscheint der umschlossene auffallend grösser als der einschliessende, offenbar deshalb, weil wir unsere Aufmerksamkeit auf

den von beiden Kreisen gebildeten Ring lenken, von denen der eine allerdings grösser ist als der andere.

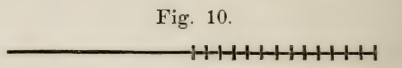
Viele Täuschungen beruhen darauf, dass eine getheilte Raumgrösse grösser erscheint als eine unge-

Fig. 9.



theilte. Gleichlange Stücke einer Linie scheinen ungleich, wenn die eine Hälfte getheilt ist (Fig. 10). Ebenso

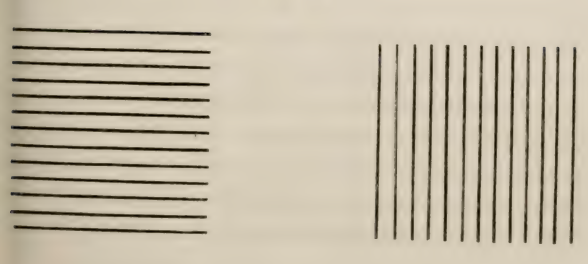
Fig. 10.



erscheint ein Winkel, der in mehrere kleinere getheilt ist, grösser als ein gleich grosser ungetheilter (Fig. 11). Von zwei Quadraten, die aus parallelen, horizontalen und verticalen Linien gebildet werden, erscheint das erstere höher, das letztere breiter (Fig. 12).

Fig. 11.

Fig. 12.



Helmholtz erklärt hieraus, dass ein leeres Zimmer kleiner aussieht als ein möblirtes, sowie dass eine mit einem Tapetenmuster bedeckte Wand grösser erscheint als eine einfarbig angestrichene. Das ist richtig. Für nicht richtig halte ich aber seinen Ausspruch: Damenkleider mit Querstreifen lassen die Figur höher erscheinen. Bekanntlich ziehen gerade Damen, welche Ursache haben, höher, das ist schmäler erscheinen zu wollen, längsgestreifte Kleider an, und wir verwenden senkrecht gestreifte Tapeten, wenn wir ein Zimmer wollen höher erscheinen lassen. Ich meine, dass uns die verticalen Streifen unwillkürlich zur Aufmerksamkeit auf die Längsachse des Körpers zwingen, gleichsam als wollten wir diese mehrmals unterstreichen, wie wir es bei einem Worte thun, das wir besonders hervorheben wollen.

Helmholtz zieht hieher auch den Scherz, dass man die Höhe eines Cylinderhutes an der Wand vom Fussboden ab anzeigen lässt; man schätzt in der Regel anderthalbmal zu hoch. Man macht aber den Fehler nicht, wenn man nicht vom Fussboden, sondern z. B. von der Platte eines an der Wand stehenden Tisches messen lässt; es dürfte also die perspective Verkürzung beim Nachuntensehen die Ursache des Fehlers sein.

Täuschen können wir uns bei zwei Linien, die in geringem Grade divergiren oder convergiren und von denen die eine z. B. senkrecht steht, wenn wir beurtheilen sollen, welche von beiden die senkrechte ist. Wenn man von Tullnerbach nach Pressbaum fährt, so

steht kurz vor der letzteren Station, wo das Thal eine Biegung macht, am Abhange ein Wächterhaus. Dieses scheint deutlich schief zu stehen, als ob es in das Thal hinabfallen wollte. In Wirklichkeit steht es senkrecht, aber die Waggons laufen schief, da wegen der scharfen Curve das im Bogen innere Geleise tiefer liegt. Wir meinen jedoch unverändert vertical zu sitzen und verfallen daher jener Täuschung.

Auch bei horizontalen Linien kommt diese Täuschung vor. In sehr schöner Weise beobachtete ich sie in der Umgebung von Teplitz. Aus einem Bache wird in einem gemauerten Graben, dessen eine Mauer die Einfassung der Strasse bildet, Wasser in eine Fabrik geleitet. Die Mauer, also der Graben, ist sehr lang und es senkt sich dort allmälig die Strasse. Fährt man nun im Wagen, so merkt man diese Senkung nicht, sondern glaubt vielmehr, die Mauer steige in der Richtung des Wagens an; dadurch entsteht aber die sehr frappirende Täuschung, dass das Wasser nach aufwärts fliesse, und man kann dieselbe trotz allen Raisonnements nicht los werden, da beim Weiterfahren die Mauer immer höher wird.

Ich will nicht von den Fehlern sprechen, die wir beim indirecten Sehen begehen. Es erscheinen die Linien in der Peripherie des Gesichtsfeldes gebogen. Blickt man die Kante eines Lineals an, das man horizontal und nach abwärts ansieht, so scheint sie uns nach unten concav, dagegen convex, wenn wir das Lineal oberhalb unsere Augen halten.

Wir haben uns bisher nur mit Objecten beschäftigt, die in einer beliebigen Entfernung in einer ebenen Fläche angeordnet sind. Wenn wir aber die Entfernung eines Gegenstandes, seine Grösse und seine körperlichen Dimensionen beurtheilen wollen, so geschieht dies nur auf sehr complicirte Weise, durch eine Menge von einzelnen Momenten, die das Product der Erfahrung sind.

Die Entfernung eines Gegenstandes beurtheilen wir zum Theile durch unsere Accommodation und beim Sehen mit beiden Augen durch unsere Convergenz. Wir wissen, dass wir, wenn wir z. B. ein normalsichtiges Auge als Basis unserer Betrachtung nehmen, unsere Accommodation ruhen lassen, und dass wir, je näher ein fixirter Gegenstand liegt, sie desto stärker in Thätigkeit setzen. Dies geschieht jedoch ganz unwillkürlich und eigentlich bewusst werden wir uns der Accommodationsanstrengung nur, wenn diese geschwächt ist, oder wenn sie in absolut hohem Grade gefordert wird.

Wenn wir mit beiden Augen sehen, so müssen wir die optischen Axen unserer Augen in dem fixirten Objecte kreuzen; das geschieht durch gewisse Muskeln, die sich aussen am Augapfel befinden und deren Zusammenziehung wir bis zu einem gewissen Grade fühlen. Je näher das fixirte Object liegt, desto mehr müssen wir diese Convergenzmuskeln wirken lassen, und auch daraus werden wir unbewusst Schlüsse auf die Entfernung der Objecte ziehen.

Von viel grösserem Werthe wird uns aber bei Beurtheilung von Entfernungen die Durchmusterung der Strecke sein, die zwischen uns und dem zu fixirenden Objecte liegt. Ist diese aus irgend einem Grunde unserer Beurtheilung entzogen oder handelt es sich um Ebenen, welche keine Merkzeichen besitzen, die uns als Anhaltspunkte dienen, so werden wir leicht grosse Fehler begehen.

Noch wichtiger ist uns die scheinbare Grösse von Objecten, deren wirkliche Grösse uns bekannt ist. Derselbe Gegenstand, aus verschieden grosser Entfernung gesehen, gibt verschieden grosse Netzhautbilder und erscheint also unter verschiedenen Gesichtswinkeln. Da wir aber z. B. die wirkliche Grösse eines Menschen, eines Baumes, eines Hauses kennen, so werden wir aus der scheinbaren Grösse, in welcher wir ihn sehen, auch die Entfernung schätzen können, in der er sich befindet; umgekehrt werden wir auch aus der Entfernung, wenn diese uns bekannt ist, Schlüsse über die unbekannte Grösse des Gegenstandes ziehen.

Zahlreiche optische Täuschungen haben hierin ihren Grund. Man wird z. B. eine Heerde Rinder leicht für eine Schafheerde halten, wenn man die Wiese, auf welcher sie weiden, für ferner hält, als sie wirklich ist. Ich entsinne mich noch lebhaft einer Täuschung, der ich vor Jahren unterlag. Aus dem oberen Stockwerke des Palais Montenuovo sah ich ein Gerüste, welches über die Dächer des Schottenhofes hervorragte. Ich schloss daraus, dass man dort einen Kamin baue.

Da dies meist um Mittag geschah, so befanden sich keine Leute auf dem Gerüste. Einmal beobachtete ich zu einer anderen Stunde und sah arbeiten — nun war es mir plötzlich klar, was ich gesehen: es waren die Thürme der Votivkirche, die damals gebaut wurden. In diesem Falle entstand die Täuschung durch die Unkenntniss der Entfernung und des dazwischen liegenden Terrains. Kennt man die Entfernung, so kann man sich in der Grösse der Objecte täuschen. Auffallend ist dies, wenn man sich etwas Atropin in ein Auge einträufelt, das die Accommodation lähmt, aber man muss so wenig einträufeln, dass diese Lähmung eine unvollkommene ist, dass man, wenn auch mit Anstrengung, noch zu lesen vermag; dann erscheinen alle Buchstaben viel kleiner als mit dem anderen. Warum? Bekannt ist mir die Grösse des Netzhautbildes der Buchstaben, die auf beiden Augen eine gleiche ist. Ich weiss aber, wenn ich eine so grosse Accommodationsanstrengung machen muss, wie es hier der Fall ist, dann muss das Buch viel näher liegen, dann müssen aber auch die Buchstaben kleiner sein, sonst müssten sie grössere Bilder auf der Netzhaut entwerfen. Ich täusche mich also hier über Entfernung und über die Grösse, obwohl mir beide bekannt sind, weil das normale Verhältniss zwischen Accommodation und der ersteren gestört ist.

Ich täusche mich aber auch über die Entfernung, wenn ich z. B. die Grösse des Objectes rasch ändere. Ich höre noch den Schrei der Angst aus hunderten von Kinderkehlen bei Gelegenheit einer Production mit

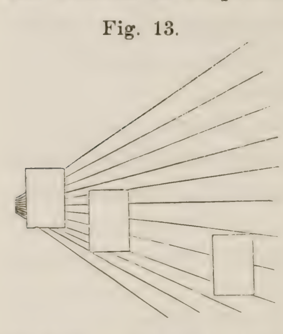
einer Zauberlaterne. Auf der Leinwand, die an Stelle des Theatervorhanges gespannt war, erschien ein kleiner Löwenkopf, durch Zurückschieben der Laterne wurde er immer grösser und grösser und machte so den frappirenden Eindruck, als ob er mit rasender Schnelligkeit näher käme. Der Eindruck ist derselbe, den man erhält, wenn man die Stirnseite eines Locomotives fest fixirt, während dasselbe ziemlich gerade auf den Beobachter, der im Nebengeleise steht, zufährt; man erkennt dann die Annäherung aus der raschen Vergrösserung des Netzhautbildes.

Auf das Leichteste lassen wir uns über Entfernungen durch optische Instrumente täuschen. Durch ein Fernrohr erhalten wir grössere Netzhautbilder, doch beachten wir dies nicht, sondern halten nur die gesehenen Gegenstände für näher, obwohl wir wissen, dass dies nicht der Fall ist.

Von grosser Wichtigkeit für die Beurtheilung der Tiefendimensionen ist die Perspective. Da jeder entfernte Gegenstand ein kleineres Netzhautbild entwirft als ein näher gelegener von gleicher Grösse, so werden zwei parallele auf den Fussboden gezeichnete Linien zu convergiren scheinen, da der Abstand derselben ein um so kleineres Bild auf der Netzhaut erzeugt, je ferner er ist. Ein Quadrat erscheint daher als Trapez, wenn ich es nach hinten neige oder in eine Ebene mit dem Fussboden bringe, denn die obere, jetzt hintere Seite ist weiter vom Auge entfernt als die untere, jetzt vordere. Jede Linie, welche ich in einer parallel der Ge-

sichtsfläche gedachten Ebene sehe, erscheint aber verkürzt, sobald ich sie aus dieser Lage bringe, denn ihre beiden Endpunkte liegen dann im Netzhautbilde näher aneinander, wie eine einfache Construction ergibt. Daraus ergibt sich die perspectivische Form der Körper, wie sie uns die Maler darstellen, und wir werden uns von ihr täuschen lassen, wenn wir ein Gemälde betrachten, wir werden es körperlich zu sehen vermeinen und werden diese Täuschung so lange behalten, so lange wir denselben Standpunkt festhalten. Doch davon später.

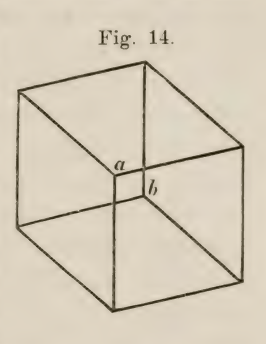
Fig. 13.



Die perspectivischen Formen der Gegenstände sind uns so geläufig, dass wir uns täuschen lassen, wenn wir sie zu Gesichte bekommen, ohne dass sie auf gewohnte Weise zu deuten sind. In der Hinterbrühl befindet sich eine künstliche Ruine (ich habe sie das „Fexierwandel“ nennen hören), welche nur aus einer Mauer besteht, deren oberer Rand in der Mitte niedriger und horizontal ist, während die anschliessenden Seiten gegen die Enden zu immer höher werden. Man erhält von der Ferne vollkommen den Eindruck, als ob man in einen von drei Mauern begrenzten rechteckigen Raum mit fehlender vorderer Seite hineinsehen würde, da die wirkliche Form der Mauer eine ganz ungewöhnliche ist.

Sehr nett ist beistehende von Bezold angegebene Figur. Man zeichnet drei vollkommen gleich grosse Rechtecke, die auch so lange als gleich gross erscheinen, als man nicht eine Anzahl nach einem Punkte convergirende Linien hindurchzieht. Dann erhält man den Eindruck einer perspectivischen Zeichnung, was sie gar nicht vorstellen soll, und nun erscheint das rechts gelegene Rechteck viel kleiner als das links gelegene. Diese Täuschung besteht unverändert fort, auch wenn wir wissen, dass wir uns nichts Perspectivisches vorzustellen haben. Das Ganze sieht trotzdem wie ein Scherz aus. Denn wenn mir Jemand einen Kreis im Innern so gut schattirt, dass er den Schatten einer Kugel hat, werde ich mich von der Täuschung nicht losmachen können, wenn man mir auch sagt, man habe nur eine ebenso schattirte Fläche darstellen wollen, und keine Kugel, und dasselbe gilt von allen Gemälden von denen ich mir nicht weissmachen lasse, der Maler habe damit nur eben eine Leinwand, die mit Farben beklext ist, zur Anschauung bringen wollen.

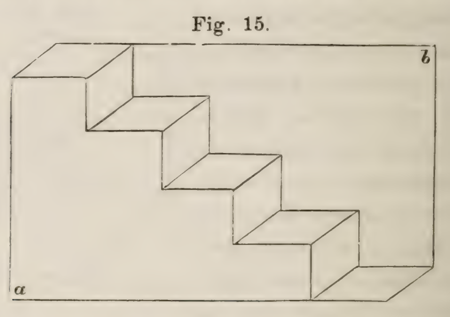
Fig. 14.



Interessant ist es, dass es Bilder gibt, die eine verschiedenartige Deutung zulassen. Betrachten wir z. B. die als Netz gezeichneten Contouren eines Würfels (Fig. 14),

so können wir abwechselnd die Ecke *a* oder *b* uns zugewendet oder abgewendet denken. So können Sie auch die beistehende Figur sich entweder als eine Treppe denken, aber auch als ein überhängendes Mauerstück, das treppenförmig endet. Gewöhnlich verfallen wir auf die erstere Deutung, weil sie uns die geläufigere ist. Auch bei körperlichen Objecten können wir derartige Umkehrungen beobachten. Eine sehr schöne, jetzt leider nicht mehr zu beobachtende, habe ich auf dem

Fig. 15.



äusseren Burgplatze gesehen, bevor der Bau der neuen Burg begann. Ging man gegen Abend an dem längs der Albrechtsrampe führenden Wege aus der Stadt heraus, so hob sich das Monument des Prinzen Eugen in der Abenddämmerung nur als Silhouette gegen den Himmel ab. Man kam da zu einer Stelle, wo die beiden Vorderfüsse des sich aufbäumenden Rosses so hinter einander zu liegen kamen, dass man nur einen sah. Nun konnte man sich einbilden, der rechte Fuss des Reiters sei der zweite Fuss des Pferdes; wie diese Auf-

fassung platzgriff, drehte sich sogleich der edle Ritter um und kehrte die Rückseite dem Volksgarten zu; huldigte man der anderen, richtigen Auffassung, so war auch alsbald die correcte Stellung der Figur vorhanden. Auch eine Windmühle kann ich in der Dämmerung ihre Flügel bald links, bald rechts drehen lassen, je nachdem ich sie vor oder hinter die Mühle verlege.

In ähnlicher Weise kommt eine Umkehrung der Reliefs zu Stande, wenn man z. B. eine Münze, eine erhabene oder vertiefte Verzierung einer Fläche, ein Petschaft u. dgl. durch eine stärkere Convexlinse betrachtet, die man so weit entfernt hält, dass das Bild ein umgekehrtes wird. Es wird dann aus einer Matrize eine Patrize, das, was vertieft ist, erscheint erhaben und umgekehrt. Dies hat aber einen anderen Grund. Fällt das Licht von links ein, so wird eine Erhabenheit das Licht links haben und der Schatten wird rechts liegen; bei einer Vertiefung liegt der Schatten rechts und das Licht links. Mache ich nun das Bild zu einem verkehrten, während doch die Lichtquelle unverändert auf derselben Seite bleibt, so muss ich, wenn ich den Schatten richtig deute, unwillkürlich zu einer falschen Auffassung kommen. Es gelingt das Experiment nicht Jedermann gleich zum ersten Male, und es eignet sich eine ziemlich erhabene Prägung dazu besser, doch kann auch ein Kreuzer oder ein Guldenstück genügen. Aber auch an Zeichnungen kann man derartige Umkehrungen sehen, und zwar ohne Convexglas. Ich reiche eine Photographie eines Stückes Chagrinleder herum.

Betrachten Sie es bei einer beliebigen Haltung, sie sehen es als das, was es vorstellen soll; drehen Sie aber um 180^0 herum, so wird aus jeder Erhabenheit eine Vertiefung, weil jetzt der Schatten auf einer anderen Seite liegt. Doch bleibt diese Täuschung nicht immer bestehen, kann aber auch andererseits ohne Umdrehung eintreten, wenn man sich lebhaft vorstellt, was man zu sehen wünscht.

Sehr viel zu richtiger Deutung eines gesehenen Körpers dient auch sein Schlagschatten; wir werden deshalb eine Landschaft bei Morgen- oder Abendbeleuchtung viel plastischer sehen, wir werden uns also von einer solchen Darstellung viel leichter eine Wirklichkeit vortäuschen lassen.

Von besonderer Wichtigkeit ist auch die Luftperspective, worunter wir die Trübung und Farbenveränderung des Bildes ferner Objecte verstehen, welche durch die unvollkommene Durchsichtigkeit der vor ihnen liegenden Luftschicht bedingt wird. Je ferner ein Gegenstand ist, durch eine desto dickere solche Luftschicht sehen wir ihn, und je trüber wir ihn sehen, für desto ferner halten wir ihn. Ueberhaupt halten wir jeden Gegenstand für um so näher, je heller beleuchtet und je schärfer contourirt wir ihn sehen. So halten wir die Entfernungen auf hohen Bergen für geringer, weil die Luft dort viel reiner ist, und wir halten den Mond, wenn er nahe dem Horizonte ist, für grösser, weil wir ihn für entfernter halten, als wenn er höher steht, da sein Netzhautbild in beiden Fällen ein gleich grosses

ist — also von einem grösseren, wenn ferneren Objecte herrühren muss.

Ob man ein Gemälde vor sich hat oder einen Körper, darüber kann man sich leichter beim Sehen mit einem Auge täuschen lassen, wenn man seinen Standpunkt nicht verrückt, als wenn man von verschiedenen Seiten beobachtet oder mit beiden Augen sieht. Nichts ist wichtiger für die Beurtheilung der Tiefendimensionen, als dass man durch Bewegung des Körpers und des Kopfes verschiedene Ansichten des Objectes bekommt; in den meisten Fällen genügen die beiden Ansichten, welche man durch beide Augen erhält, die im Sensorium vereinigt werden und uns das nicht zu missdeutende Bild der Körperlichkeit vermitteln. Wenn Sie bei unverrücktem Kopfe etwas betrachten, und zwar abwechselnd mit einem und dem anderen Auge, so werden Sie bei einiger Aufmerksamkeit finden, dass die Bilder, welche Sie erhalten, trotz des geringen Abstandes beider Augen von circa 60 Millimeter sehr verschieden sind. Sie sehen z. B. mit einem Auge einen Kasten gerade nur von vorne, mit dem anderen auch ein Stück der Seitenwand, ein Sessel, dessen eine Lehnenecke mit einem Auge gerade mit dem Schlüsselloche des Kastens zusammenfällt, steht mit dem anderen bedeutend weiter nach rechts oder links u. s. w. Fertigt man nun von einem Gegenstande zwei Bilder, die genau diesen Bildern beider Augen entsprechen, naturgetreu, z. B. auf photographischem Wege, an und hält nun vor jedes Auge das betreffende Bild in angemessener Entfernung,

so erhält man den Eindruck des Körperlichen, wohl die schönste optische Täuschung, von der es jedoch genügen mag, sie hier genannt zu haben, da gewiss jeder von Ihnen schon durch ein Stereoskop gesehen hat. Wollte ich ausführlicher über den Gegenstand sprechen, so müsste ich ihn wohl zum Thema eines getrennten Vortrages machen.

Wir haben bisher alle Objecte als ruhig stehend angenommen. Bewegt sich das Bild eines Gegenstandes, während wir das Auge ruhig halten, über unsere Netzhaut, so werden wir daraus schliessen, dass sich der Gegenstand selbst bewege, und wenn wir ihn fixiren, d. h. sein Bild auf der Stelle des „gelben Fleckes“ festhalten wollen, so müssen wir, wissentlich oder unwissentlich, das Auge oder die Augen mitbewegen. Wir werden also zweitens auf die Bewegung eines Objectes schliessen, wenn wir, um es zu fixiren, Augenbewegungen vornehmen müssen. Auch hier unterliegen wir mannigfachen Täuschungen. Wenn wir ein Auge schliessen und das andere dadurch aus seiner Stellung rücken, dass wir z. B. einen Zug an den Lidern ausüben, so macht der fixirte Gegenstand scheinbar eine Bewegung. Ueben wir diesen Zug rasch nach einander wiederholt aus, oder machen wir rasche Wackelbewegungen mit dem Kopfe, so macht der Gegenstand ruckweise, zitternde Bewegungen. Es gibt angeborne oder vielmehr in frühester Jugend erworbene Krankheitszustände, durch welche die Augen zeitlebens continuirlich kleine

Bewegungen machen, das sogenannte Augenzittern, Nystagmus. Sonderbarer Weise sehen solche Leute die Gegenstände vollkommen ruhig, offenbar dadurch, weil sich bei ihnen nicht der unbewusste Schluss bildet, dass das Wandern des Bildes über die Netzhaut eine Bewegung des Objectes bedeutet. Ist aber dieser Schluss, wie bei jedem Menschen, einmal zur Gewohnheit geworden, und entwickelt sich das Augenzittern erst später, so sind auch die Scheinbewegungen der Objecte vorhanden. In sehr lästiger Weise für die Befallenen zeigt sich das bei Kohlenwerksarbeitern, namentlich solchen, die lange Zeit in der Nähe von Erdbränden gearbeitet haben. Bei diesen tritt, sobald sie eine Lichtflamme, den Mond, ein erleuchtetes Fenster, ja einen weissen Stein am Wege betrachten, das Augenzittern ein, und alsbald ist Alles, was sie anblicken, in tanzender Bewegung, so dass sie Abends nicht allein gehen können und unfähig werden, in der Grube zu arbeiten.

Das Mass der Willensanstrengung, das wir aufwenden, um der Bewegung eines Gegenstandes zu folgen, gibt uns ein Urtheil über die Richtung, die Strecke der Bewegung. Ist ein Muskel theilweise gelähmt, so dass wir eine Bewegung noch ausführen können, aber nur mit grösserer Anstrengung, so gerathen wir in Irrthum über die wirkliche Lage des Gegenstandes, wir halten ihn für viel weiter abliegend, als dies der Fall ist. Ist z. B. derjenige Muskel gelähmt, welcher das linke Auge schläfenwärts dreht, und lassen wir bei geschlossenem rechten Auge ein Object, das links ist,

z. B. einen Finger, fixiren und weisen wir den Kranken an, mit seinem Zeigefinger den fixirten Finger zu berühren, so greift er regelmässig zu weit nach links, bis er gelernt hat, den Fehler zu corrigiren, sowie man auch auf einer nach einer Seite abfallenden Kegelbahn lernen kann, richtig zu schieben.

Interessant sind die Erscheinungen, die dadurch entstehen, dass man darüber sich täuscht, welcher von zwei Gegenständen sich bewegt und welches die Richtung der Bewegung ist.

Sieht man z. B. aus dem Fenster eines Eisenbahnzuges eine Weile auf dicht an der Bahn befindliche Gegenstände, so scheinen sich diese in der entgegengesetzten Richtung zu bewegen, und zwar um so schneller, je näher sie sind. Blickt man dann plötzlich z. B. auf den Boden des Waggons, so scheint dieser, obwohl er relativ ruhig ist, sich in der Richtung des Zuges rasch zu bewegen.

Dreht man sich rasch einige Male um seine eigene Axe, aber mit offenen Augen, so scheinen sich die Objecte noch eine Zeitlang in der Richtung fortzubewegen, in der man sich gedreht hat.

Lässt man eine Scheibe, auf der eine Spirale gezeichnet ist (Fig. 1), eine Zeitlang rotiren, so erhält man den Eindruck, dass dieselbe sich zusammenziehe oder ausdehne; hält man dann rasch an, so glaubt man eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung zu sehen, also ein Zusammenziehen, wenn sie sich ausgedehnt, und umgekehrt. Da man in allen diesen Fällen nur durch

Bewegungen der Augen fixiren musste, so dauern diese Bewegungen noch eine Zeitlang an, wenn das fixirte Object bereits in Ruhe ist.

Blickt man längere Zeit auf die stürzenden Massen eines Wasserfalles und dann auf die seitlich gelegenen ruhenden Partien, so scheinen diese in raschem Aufwärtsbewegen zu sein.

Sitzt man in dem Aussichtswagen eines Eisenbahnzuges und betrachtet die Berge, von denen man sich entfernt, so scheinen sie näher heranzurücken, wenn der Zug plötzlich anhält.

Geht man auf einem Balken über einen schnell fliessenden Bach, muss man es vermeiden, auf das Wasser zu sehen, da man sonst leicht eine Scheinbewegung des Balkens wahrnimmt und das Gleichgewicht verliert.

In der Cajüte eines Schiffes kann man leicht zu der Täuschung gelangen, dass die Lampe, welche in ihrem Kugelgelenke das einzig ruhige ist, sich bewege und die Cajüte stillstehe. Bekannt sind die Täuschungen, die man hat, wenn man von einer Brücke auf ein schnell fliessendes Wasser sieht: man hält nach einiger Zeit das Wasser für ruhig und glaubt sich mit der Brücke rasch in entgegengesetzter Richtung zu bewegen. Allen ist die Täuschung bekannt, dass man nicht weiss, wenn man auf einem Eisenbahnzuge sich in einer Station befindet, ob ein daneben befindlicher Zug oder der eigene sich bewege; man muss erst einen erfahrungs-

mässig ruhigen Gegenstand ansehen, um sich darüber zu orientiren.

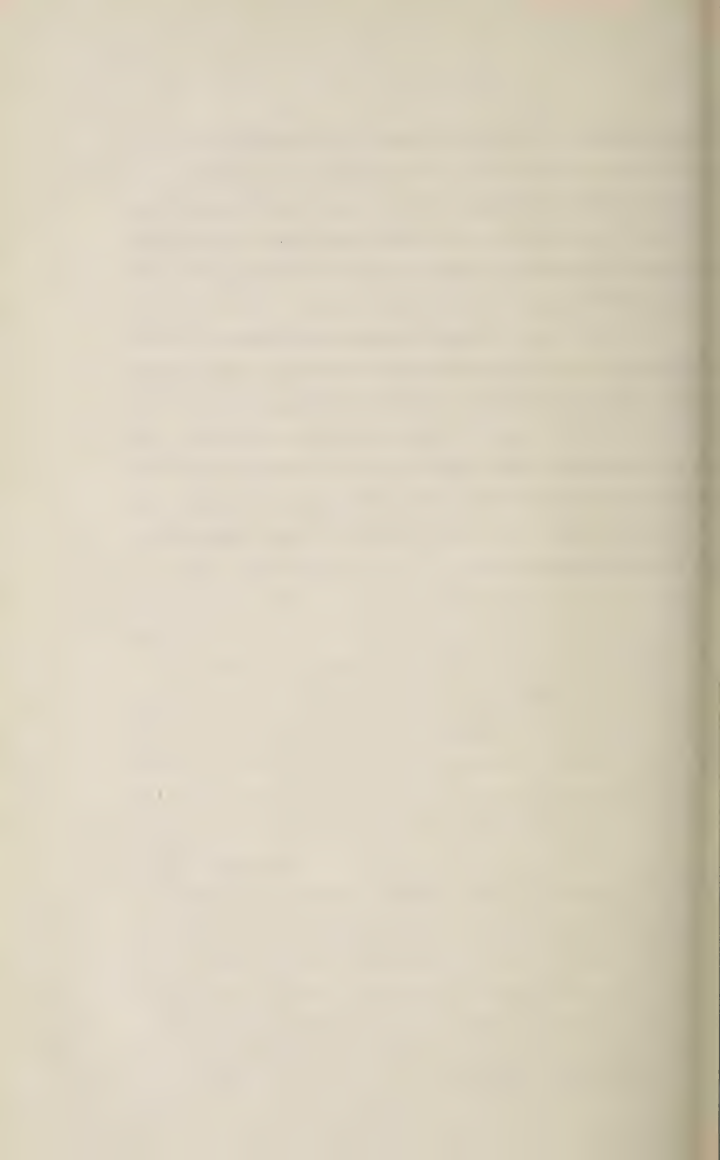
Sehr hübsch ist eine von Exner beschriebene Täuschung. Auf einem durchscheinenden Schirme von geöltem Papier befindet sich eine weisse, undurchsichtige Scheibe, welche von vorne von einer dem Beobachter mittelst einer Blende bedeckten Lampe constant beleuchtet wird. Hinter dem Schirme ist eine Gaslampe, welche man durch Zusammenquetschen und Bewegen des Schlauches flackern lässt. Die Beleuchtung des Schirmes ist also eine unruhige. Sie scheint es aber nicht zu sein, im Gegentheil erscheint die weisse Scheibe im Flackerlichte.

Zum Schlusse noch eine von Zöllner angegebene Täuschung. Man zeichnet einen Kreis auf ein Papier und sieht auf denselben durch einen Schlitz in einem steifen Blatte (schwarz oder doch beschattet), der länger ist als der Durchmesser des Kreises. Macht man mit dem Kreise seitliche Bewegungen, so erscheint er als Ellipse. Helmholtz erklärt dies dadurch, dass man dem Kreise mit den Augen folgt, aber mit geringerer Schnelligkeit, so dass er nach der Bewegungsrichtung verkürzt erscheint.

Nicht beschrieben finde ich eine Täuschung, die ich in den letzten Jahren beobachtete. Sehe ich, besonders in der Abenddämmerung, auf eine Birke, die im Hintergrunde hellen Himmel hat, und bewegt ein leichter Wind die Zweige, so erhalte ich den deutlichen Eindruck, als ob die Birke sich um ihre eigene Axe

drehen würde. Wenn dies wirklich der Fall wäre, so würde man ein ähnliches Verschieben der vorderen und hinteren Zweige gegen einander sehen, daher die Täuschung. An Bäumen mit dichterem Laube und nicht hängenden Zweigen kommt die Erscheinung nicht oder nur unvollkommen zu Stande.

Ich habe mit dem Gesagten durchaus nicht Alles erschöpft, was über optische Täuschung zu sagen wäre. Ich habe namentlich die optischen Instrumente nur erwähnt und von den Spiegeln und ihren Bildern gar nicht gesprochen. Ich würde aber fürchten, durch Eintönigkeit zu langweilen, hätte ich noch eine dritte Abtheilung anfügen wollen, und habe diese Partien also absichtlich übergangen.



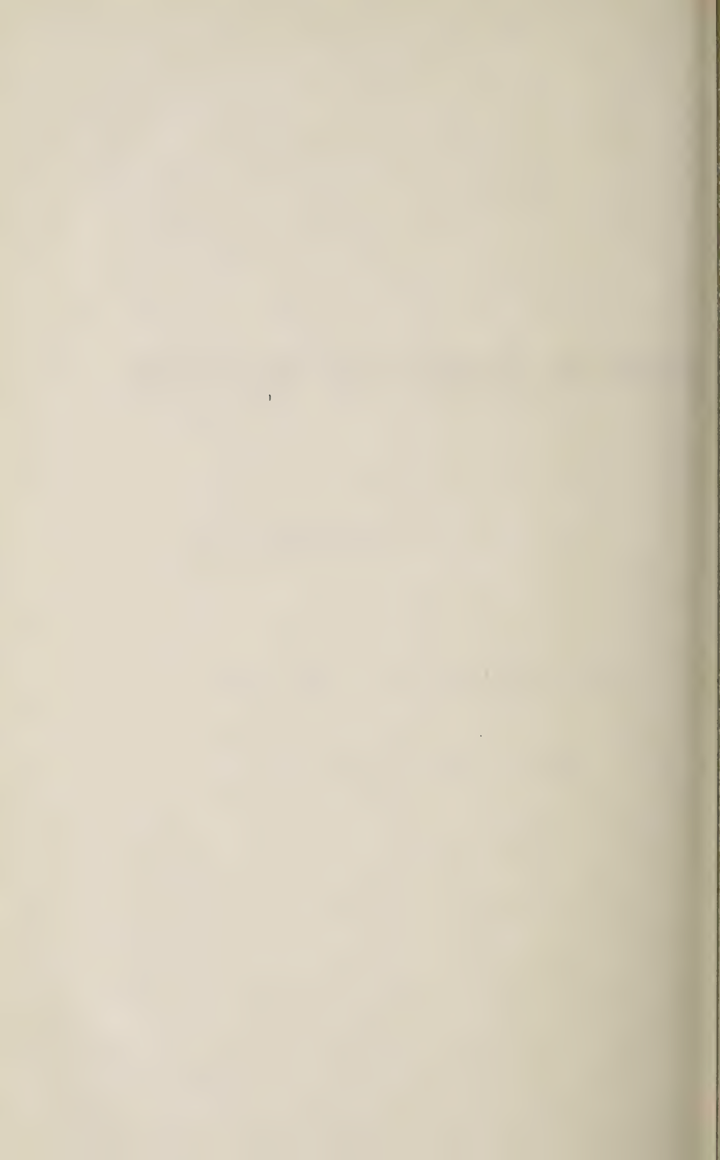
Ueber die Temperatur der Sonne.

Von

DR. J. M. PERNTER.

Vortrag, gehalten den 9. März 1887.

Mit zwei Abbildungen im Texte.



Man hat in den warmen Sommermonaten vielfach Gelegenheit, nicht nur die Damen, sondern sogar die Herren mit Sonnenschirmen sich gegen die brennenden Sonnenstrahlen schützen zu sehen. Da es meist ältere Herren sind, die sich dieses Schutzmittels bedienen, so darf man wohl annehmen, dass nicht die Sorge um die Erhaltung eines feinen Teints sie veranlasst, zu dieser Vorsichtsmassregel zu greifen, und ich glaube auf keinen Widerspruch zu stossen, wenn ich behaupte, dass selbst die Damen von den Sonnenschirmen, ausser der natürlich wichtigsten Sorge für ihren Teint, so nebenher doch auch den Schutz gegen die Hitze der Sonnenstrahlung erhoffen. Wie dem immer sei, daran zweifelt wohl Niemand, dass die Sonnenstrahlen im Sommer sehr heiss sind. Ja wir wissen mit voller Bestimmtheit, dass alle Wärme von Belang, die wir auf der Erdoberfläche vorfinden, gerade den Sonnenstrahlen zu verdanken ist. Es ist auch nicht diese allgemein bekannte und schon viel erörterte Wahrheit, die den Gegenstand unserer heutigen Betrachtungen bilden soll; wir möchten vielmehr einen Schritt weiter gehen und eine Frage aufwerfen, die, obwohl sie so nahe liegt,

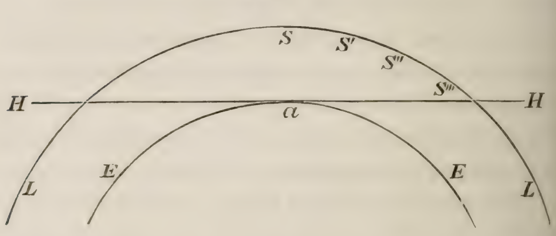
von den Wenigsten gestellt zu werden pflegt, und um deren Beantwortung sich die Welt im Allgemeinen gar wenig bekümmert, die Frage: wie heiss muss wohl die Sonne selbst sein, wenn sie noch in einer Entfernung von 20,000.000 Meilen unserer Erde so viel Wärme zu spenden vermag?

Ich will gleich recht deutlich sein. Mit der Frage: wie warm ist die Luft, wie heiss ist das Wasser? fragen wir nach der Temperatur der Luft oder des Wassers. Eine solche Frage beantwortet uns das Thermometer. Ein im Schatten aufgehängtes Thermometer sagt uns, wie viel Grade die Lufttemperatur beträgt; ein ins Wasser getauchtes Thermometer gibt uns die Temperatur des Wassers in Graden an. Wenn wir daher fragen: wie warm oder wie heiss ist die Sonne? so erwarten wir darauf die Antwort: so und so viel Grade. Da hat es aber seine Schwierigkeit. Man kann nicht einfach ein Thermometer hernehmen und es in die Sonne hineinstecken, um dann an demselben abzulesen, wie viel Grade die Sonne hat. Gegen diesen Vorgang bestehen gar viele Hindernisse. Erstens ist die Sonne doch ein wenig zu weit entfernt, zweitens, selbst wenn man hin könnte, würde man nicht zum Ziele gelangen, da das Thermometer sofort schmelzen, ja verdampfen würde, wenn man den Versuch machen könnte, dasselbe in die Sonne zu stecken. Das ist ja auch gar nichts Absonderliches, da ja selbst ein Hochofen eine solche Methode der Messung seiner Temperatur auf gleiche Weise verhindert. Kann man aber ein Thermo-

meter schon nicht in die Sonne selbst stecken, so hindert doch nichts, dasselbe in die Sonnenstrahlen zu halten und so wenigstens zu erfahren, wie heiss die Sonnenstrahlen sind. Dieser Vorgang, die Temperatur „in der Sonne“, nicht auf der Sonne, d. h. die Temperatur der Sonnenstrahlen auf der Erde zu bestimmen, ist seit Erfindung des Thermometers gebräuchlich. Wir erfahren daraus aber, dass die Temperatur der Sonnenstrahlen zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten sehr verschieden ist, im Winter viel geringer als im Sommer, am Morgen und Abend viel niedriger als Mittags. Es dürfte wohl Niemand von Ihnen so Laie sein in dieser Sache, dass er annehmen würde, die Sonne selbst erleide diese grossen Schwankungen der Temperatur. Ich ahne aber, dass es gar Viele gibt, die geneigt sind zu glauben, der Unterschied der Temperatur der Sonnenstrahlen im Winter und Sommer, des Morgens und Mittags hänge von der Schiefe der Strahlen ab. Dies ist ein Irrthum in unserem Falle, weil in unserem Falle keine verschieden schiefen Strahlen existiren. Sie denken sich die Erdoberfläche horizontal und auf dieselbe die Sonnenstrahlen auffallend, und da haben Sie ganz recht, dass darauf die Strahlen im Winter schiefer auffallen als im Sommer und des Morgens schiefer als Mittags. Ganz anders stellt sich aber der Fall bei einer Thermometerkugel; auf eine Kugel fallen die Strahlen immer gleich senkrecht und gleich schief auf. Die Schiefe der Strahlen erklärt also nicht den grossen Temperaturunterschied

der Sonnenstrahlen zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten. Die Ursache dieser Erscheinung ist jedoch leicht zu finden. Man hat erforscht, dass die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre unserer Erde eine beträchtliche Schwächung erleiden; wir nennen dies die Absorption der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre. Es ist nun leicht verständlich, dass diese Schwächung um so grösser sein wird, je länger der Weg ist, den die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre zurücklegen müssen, ehe sie an das Thermometer gelangen. Dieser

Fig. 1.



Weg ist aber um so länger, je niedriger die Sonne steht. Bei Sonnenaufgang steht die Sonne am Horizonte, also am niedrigsten; der Weg der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre ist daher hiebei am längsten. Den kürzesten Weg hätten die Sonnenstrahlen zurückzulegen, wenn die Sonne im Zenithe steht; je ferner vom Zenithe die Sonne steht, desto länger ist der Weg der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre. Sie ersehen dies mit einem Blicke aus beistehender Figur 1. Sei *EE* ein Theil der Erdoberfläche, *HH* der Horizont

des Punktes a, und z der Zenith desselben, während LL die mit der Erdoberfläche concentrische Atmosphäre darstellt, so bedeuten Sa, $S'a$, $S''a$, $S'''a$ die Wege, welche die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre zurücklegen müssen, wenn die Sonne in den verschiedenen durch diese Strahlen angedeuteten Höhen steht. Sie sehen sofort, wie bedeutend die Weglängen dieser Strahlen verschieden sind und verstehen ohneweiters, dass diesen verschiedenen Weglängen verschiedene Schwächungen der Sonnenstrahlen entsprechen. Nach den neuesten Untersuchungen von Langley gelangen auf dem kürzesten Wege durch den Zenith nur 60% jener Intensität oder Wärme der Sonnenstrahlen bis zur Erdoberfläche, welche dieselben an der Grenze der Atmosphäre besitzen. Es ist dann leicht zu berechnen, wie viel von der Sonnenwärme auf den anderen Wegen, bei niedrigerem Sonnenstand, noch zu uns gelangt.

Wenn wir um die Temperatur der Sonne fragen, interessirt uns natürlich viel mehr, wie heiss die Sonnenstrahlen wären, wenn sie in der Atmosphäre keine Schwächung erleiden würden, als wie heiss sie nach dieser bald grösseren, bald geringeren Schwächung noch sind. Letzteres mag in einzelnen Fällen und für das tägliche Leben von Nutzen sein zu wissen, für die Bestimmung der Sonnentemperatur müssen wir einen Schritt weiter thun und berechnen, wie gross die Wärme der Sonnenstrahlen an der Grenze unserer Atmosphäre ist. Nach den oben gegebenen Erklärungen hält dies nicht schwer. Bezeichnet man mit A die gesuchte In-

tensität der Sonnenstrahlen an der Grenze der Atmosphäre, mit J die thatsächlich an der Erdoberfläche gemessene Wärme, mit z den Abstand der Sonne vom Zenithe, so findet man: $A = \frac{J}{0 \cdot 60^{\sec z}}$.

Sie haben ganz recht, wenn Sie sagen, dass sich noch immer nicht einsehen lässt, was uns die Kenntniss der Wärme oder Temperatur der Sonnenstrahlen an der Grenze der Atmosphäre zur Bestimmung der Temperatur der Sonne selbst nützen soll. Und doch haben wir damit schon einen bedeutenden Schritt zu unserem Ziele gethan. Da nämlich im freien Weltenraume keine Schwächung der Sonnenstrahlen durch Luft oder ein anderes Medium eintritt (wenigstens berechtigt uns der heutige Stand unserer Kenntnisse zu dieser Annahme), so liesse sich doch wohl leicht berechnen, welche Temperatur die Sonnenstrahlen in einer beliebigen Entfernung von der Sonne haben, sogar in einer Entfernung von einer Meile von der Sonnenoberfläche, oder gar in der Entfernung Null, d. h. auf der Sonnenoberfläche, da ja bekanntlich die Intensität der Strahlen mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt. An der Sonnenoberfläche ist die Entfernung vom Sonnenmittelpunkte gleich dem Sonnenhalbmesser oder 94.000 Meilen, an der Erdoberfläche etwa 220 Sonnenhalbmesser oder 20,000.000 Meilen. Das Verhältniss der Quadrate der Entfernung der Erde und des Sonnenhalbmessers ist beiläufig 46.000. Mit dieser Zahl wäre also die gefundene Temperatur der Sonnenstrahlen an der Grenze

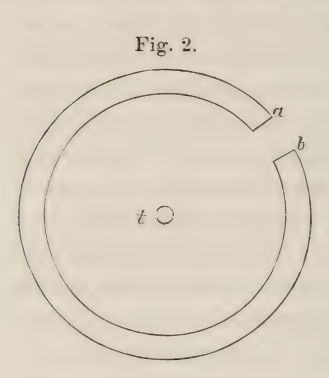
der Atmosphäre zu multipliciren, um die Temperatur auf der Sonnenoberfläche zu finden. Die Sache ist jedoch nicht ganz so einfach und leicht, wie es jetzt scheinen mag. Das sollen uns übrigens die Beispiele lehren.

Es war kein Geringerer als Newton, welcher der Erste den Versuch machte, aus der Beobachtung der Temperatur der Sonnenstrahlen die Temperatur der Sonne selbst zu berechnen. Ich führe seine Beobachtung hier an, indem ich die Celsiusgrade anwende. Er fand, dass sich die Temperatur eines den Sonnenstrahlen ausgesetzten Thermometers zu 65·56° C. ergab, während gleichzeitig die Temperatur im Schatten 29·44° C. war. Sie werden fragen, was uns hiebei die Temperatur im Schatten interessire? Gar sehr; denn diese Temperatur müssen wir als Temperatur der Umgebung von der Temperatur, die das Thermometer in den Sonnenstrahlen anzeigte, abziehen, um die reine Wirkung der Sonnenstrahlen zu erhalten. Hiernach ergibt sich als directe Wirkung der Sonnenstrahlen 65·56° — 29·44 = 36·12° C. Newton multiplicirte nun diese 36·12° C. mit der Verhältnisszahl der Quadrate der Entfernungen, die wir oben zu beiläufig 46.000 angegeben haben, und fand so als Temperatur der Sonnenstrahlen auf der Sonnenoberfläche oder schlechtweg als Temperatur der Sonnenoberfläche beiläufig 1,661.000° C.

Der berühmte Astronom P. Secchi wiederholte den Newton'schen Versuch 1846, bemerkte aber sofort, dass die Newton'sche Methode der Beobachtung etwas abgeändert werden müsse. Da nämlich, wie oben be-

merkt wurde, die Temperatur der Umgebung von der in der Sonne beobachteten in Abzug zu bringen ist, so erkannte Secchi ganz richtig, dass diese Temperatur der Umgebung ihrer Wichtigkeit gemäss genau bestimmt werden müsse. Dies ist aber nur möglich, wenn man das Thermometer, auf welches die Sonnenstrahlen fallen, in eine Hülle gibt, wo die Temperatur constant erhalten wird, und durch welche Hülle die Sonnenstrahlen nur durch eine kleine Oeffnung Zutritt zum Thermometer finden. Möge Ihnen folgende Skizze eine Vorstellung der Anordnung geben. *t* ist das Thermometer, *a b* die Oeffnung, durch welche die Sonnenstrahlen zum Thermometer gelangen, der übrige Theil des Kreises ist das geschwärzte Innere eines von Wasser constanter Temperatur durchflossenen kugelförmigen Gefässes. Man lässt nun die Sonnenstrahlen so lange durch *a b* auf das Thermometer fallen, bis dasselbe die höchste Temperatur erreicht und constant bleibt; gleichzeitig bestimmt man aber durch besondere Thermometer die Temperatur des in der Hülle fliessenden Wassers. Der Unterschied dieser beiden Temperaturen, den wir mit θ bezeichnen wollen, ist die Wirkung der

Fig. 2.



Sonnenstrahlen. Um aus diesem θ die Temperatur der Sonne selbst zu berechnen, ging Secchi auf Grund der Newton'schen Principien folgendermassen vor: Der Winkel, unter welchem man von *t* aus die Sonne sieht, ist 32′ 3·6″; das Verhältniss der scheinbaren Oberfläche der Sonne zu dem der umgebenden Hülle ist daher 183.900, man hat daher das oben gefundene θ mit dieser Zahl: 183.900 zu multipliciren, um die Temperatur auf der Sonne zu finden. Secchi führte mit seinem Apparate (Aktinometer von Secchi) viele Messungen aus und fand im Allgemeinen, dass das von den Sonnenstrahlen getroffene Thermometer 12·08° C. höher stand als das Thermometer, welches die Temperatur der Hülle angab. Dies mit 183.900 multiplicirt, ergäbe als Temperatur der Sonne selbst 2,217.814° C. Secchi war sich wohl bewusst, dass die gefundene Differenz von 12·06° C. gegen die Hülle beträchtlich grösser werden müsste, falls in der Atmosphäre keine Schwächung der Sonnenstrahlen stattfände; er sah folgerichtig auch ein, dass die aus der von ihm gefundenen Differenz berechnete Temperatur der Sonne viel zu klein ausfallen müsste. Da es aber nicht möglich ist, den Apparat an die Grenze der Atmosphäre zu bringen und dort Messungen vorzunehmen, so glaubte er wenigstens dadurch einen genaueren Werth für die Temperatur der Sonne zu erhalten, wenn er einen auf dem Montblanc von Soret gefundenen Werth für θ zur Berechnung der Sonnentemperatur verwende. Soret fand nämlich auf dem Montblanc $\theta = 21·13°$ C. Multiplicirt man diesen

Werth mit 183.900, so findet man als Temperatur der Sonne beiläufig 3,886.000° C. Würde man annehmen, dass auch auf dem Montblanc noch die Atmosphäre eine Schwächung der Sonnenstrahlen um ein Viertel, also um 7° C. beiläufig verursache, so müsste man $\theta = 28{\cdot}13^0$ C. setzen, und man erhielte dann als Temperatur der Sonne $28{\cdot}13 \times 183900 = 5{,}173.077^0$ C. Das sind nun allerdings so enorme Zahlen, dass wir uns umsonst abmühen würden, uns einen Begriff von dem Hitzegrade zu machen, den dieselben darstellen. Wenn Sie bedenken, dass die Gluth eines Hochofens kaum zweitausend Grade übersteigt, und dass die höchste auf der Erde darstellbare Temperatur, die des elektrischen Lichtbogens zwischen Kohlenspitzen, wenig über 3000° betragen dürfte, so geht uns jedes Mass für die Millionen Grade verloren, die nach Newton, Secchi und Anderen die Sonne besitzen soll.

Es ist daher leicht begreiflich, dass es Forscher gab, die diese unfassbaren Hitzegrade auf der Sonne nicht gelten lassen wollten; und sie hatten in der That mehr als einen Grund, den sie gegen die obigen Berechnungen ins Treffen führen konnten. Vor Allem erwies sich das Newton'sche Princip, dass man die von den Strahlen bewirkte Erwärmung einfach der Temperatur des strahlenden Körpers, in unserem Falle der Sonne, proportional setzen dürfe, d. h. dass man die Differenz θ nur mit der constanten Verhältnisszahl 183.900 zu multipliciren brauche, um die Temperatur der Sonne zu erhalten, als falsch. Dulong und Petit

machten viele Versuche, um den Zusammenhang zwischen der Intensität der Strahlung und der Temperatur des strahlenden Körpers zu finden, und aus ihren Versuchen ergab sich ein ganz anderes Gesetz als das von Newton angenommene. Nach Dulong und Petit wächst die Strahlung nicht im gleichen Verhältnisse wie die Temperatur des strahlenden Körpers, sondern viel rascher. Bedeutet t die Temperatur des strahlenden Körpers und t' die der Hülle, so ist der Zusammenhang zwischen Temperatur und Strahlung (S) dargestellt durch die etwas complicirtere Gleichung $S = M\,(a^{t-t'} - a^{t'})$. Hiedurch war bewiesen, dass die Strahlung viel rascher wächst als die Temperatur des strahlenden Körpers, dass also ein doppelt so stark strahlender Körper durchaus nicht doppelt so warm sei. Benutzt man das Dulong-Petit'sche Gesetz zur Berechnung der Temperatur der Sonne, so findet man allerdings ganz lächerlich kleine Werthe. So ergeben hiernach die Versuche von Pouillet eine Temperatur der Sonne von 1461° C., die von Crova 1493° C. und die von Violle 1550° C. Das sind allerdings Temperaturen, die uns auch auf der Erdoberfläche vorkommen, dafür kann man aber um so sicherer sein, dass sie für die Sonne entschieden zu niedrig sind und dass das Dulong-Petit'sche Gesetz offenbar nach der entgegengesetzten Seite fehlt als das Newton'sche. In der That ist es unserem gelehrten Landsmanne Hofrath Professor Stefan gelungen, aus allen bisherigen Versuchen, die von Dulong und Petit miteinbegriffen, ein der Wahr-

heit näher kommendes Gesetz zu finden, welches den Zusammenhang zwischen Strahlung und Temperatur des strahlenden Körpers darstellt. Nach dem Stefanschen Gesetze ist die Strahlung S proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur des strahlenden Körpers: $S = A T^4$. Berechnet man nun die neueren und genauesten Versuche über die Strahlung der Sonne nach dieser Formel, so findet man als Temperatur der Sonne aus den Versuchen von

Pouillet . . . . . 5685° C.
Rosetti . . . . . . 5929° C.
Crova . . . . 6005° C.
Violle . . . . 6147° C.
Langley . . . . . 6420° C.

Das sind wohl etwas grössere Werthe, als sich mit Hilfe des Dulong-Petit'schen Gesetzes ergaben, aber Sie werden dieselben doch immer noch klein finden. Sie dürfen freilich nicht den Massstab der Millionen Grade daran anlegen, die wir nach dem Newton'schen Gesetze gefunden; andererseits will ich Ihnen gerne zugeben, dass diese Werthe noch etwas zu klein sind. Es wurde zwar bei Berechnung der Temperatur der Sonne die Schwächung der Sonnenstrahlen in unserer Atmosphäre in Betracht gezogen, doch ist es wahrscheinlich, dass unsere Atmosphäre eine noch grössere Absorption auf die Sonnenstrahlen ausübe als die in Rechnung gezogenen 30 bis 40 Percent. Was nun aber in Folge dieser grösseren Absorption nur wahrscheinlich ist, das ist in Berücksichtigung der Absorption, welche

die Sonnenstrahlen in der Sonnenatmosphäre erleiden, gewiss. Obige Zahlen nehmen keine Rücksicht darauf, ob die Sonnenstrahlen direct und ungeschwächt von der Sonnenoberfläche bis an die Grenze unserer Atmosphäre gelangen, oder ob dieselben durch eine absorbirend wirkende Sonnenatmosphäre hindurch müssen, ehe sie durch den Weltenraum bis an unsere Erde gelangen. Wenn wir sagen, die Temperatur der Sonne ergibt sich aus den Langley'schen Versuchen zu 6420° C., so meinen wir damit, ein Körper, welcher an der Stelle der Sonne steht und dessen Oberfläche frei ausstrahlt, ohne von einer ihn umgebenden Atmosphäre behindert zu sein, muss an dieser Oberfläche eine Temperatur von 6420° besitzen, wenn er auf unserer Erde die Wärmewirkungen hervorbringen soll, wie es die Sonne in Wirklichkeit thut; wir nennen dies die effective Temperatur. Nun wissen wir aber, dass die Sonne, d. h. die leuchtende, strahlende Oberfläche der Sonne, die Photosphäre, umgeben ist nicht nur von der Chromosphäre, sondern auch von einer Atmosphäre, durch welche die von der Photosphäre kommenden Strahlen hindurch müssen, um in den Weltraum und in der Folge zu uns zu gelangen. Da wir nach der Temperatur der Sonne fragen, so meinen wir damit natürlich die Temperatur jener Schichte, welche leuchtet, d. h. der Sonnenoberfläche die wir sehen, der sogenannten Photosphäre. Es handelt sich nun, die Grösse der Schwächung der Sonnenstrahlen in der Chromosphäre und der Sonnenatmosphäre zu bestimmen, um sodann an-

geben zu können, wie heiss die Photosphäre ist. Glücklicherweise haben Pickering, Vogel und Andere diese Grösse bestimmt. In der Chromo- und Atmosphäre der Sonne werden nicht weniger als 80 Percent der von der Photosphäre ausgehenden Strahlen absorbirt. Hiernach berechnet sich nach dem Stefan'schen Gesetze die Temperatur der Photosphäre zu rund 10.000 °C.

Diese Zahl ist die nach den neuesten Messungen und der strengsten Kritik, so weit eben die Methode es heute gestattet, am meisten sichergestellte, so dass wir sagen müssen: nach unseren jetzigen Kenntnissen gelingt es uns nicht, aus den Messungen der Sonnenstrahlung eine genauere Temperaturangabe für die Sonne (Photosphäre) zu erhalten als die obige. Wir wissen allerdings, dass diese 10.000° C. gewiss nicht exact sind und dass viele Gründe vermuthen lassen, dass wir einen beträchtlich zu niedrigen Werth gefunden haben.

Es wäre deshalb von grossem Werthe, wenn uns die Wissenschaft noch ein anderes Mittel, eine andere Methode an die Hand gäbe, um die Temperatur der Sonne zu bestimmen. Von mehreren genialen Methoden, die fast alle Zöllner angegeben, ist eine allerdings derart, dass sie auf den ersten Blick zum Ziele zu führen scheint. Ich lasse alle anderen nicht nur unsicheren, sondern höchst hypothetischen Methoden unberührt und will mich nur mit dieser Einen erfolgversprechenden befassen.

Es ist Ihnen wohl Allen bekannt, dass man am Sonnenrande rothe Garben bemerkt, die besonders zur

Zeit der Sonnenfinsternisse Allen deutlich sichtbar sind; man nennt sie Protuberanzen. Diese Protuberanzen sind in der Hauptsache glühende Wasserstoffmassen, die von der Sonnenoberfläche (Photosphäre) in die Höhe schiessen; sie erreichen bald grössere, bald kleinere Höhen und sind jederzeit in grosser Menge vorhanden, so dass der Sonnenrand thatsächlich fortwährend mit diesen feurigen rothen Garben gesäumt erscheint. Es war ein genialer Gedanke Zöllner's, diese Protuberanzen zur Berechnung der Sonnentemperatur zu verwenden. Nach den Gesetzen der mechanischen Wärmetheorie kühlt sich ein in der Atmosphäre aufsteigendes Gas in dem Masse ab, als mit der Höhe der Druck abnimmt, und es lässt sich aus der Temperatur des Gases an der Oberfläche der Erde oder der Sonne leicht die Temperatur berechnen, welche es besitzen wird, wenn es bis in eine beliebige Höhe aufgestiegen ist. Aber umgekehrt lässt sich aus der Höhe, bis zu welcher ein Gas aufgestiegen, und der Temperatur, die es in dieser Höhe noch hat, die Temperatur berechnen, die es auf der Oberfläche der Sonne hatte. Da aber die Oberfläche der Sonne wohl keine beträchtlich verschiedene Temperatur haben kann als die Gase, die von ihr aufwärts strömen, so wäre damit die Temperatur der Sonnenoberfläche berechnet. Vielleicht fürchten Sie, dass es doch schwer sein dürfte, die Temperatur zu wissen, welche der glühende Wasserstoff einer Protuberanz in der obersten Schichte derselben noch besitzt. Ja, genau lässt sie sich nicht wohl angeben, aber immer-

hin so genau als nöthig: jedenfalls ist die Temperatur in der obersten Schichte der Protuberanzen noch wenigstens 570⁰ C., da sie ja leuchten und kein Körper von niedrigerer Temperatur Licht aussendet. Man hat daher nur die Höhe der Protuberanzen zu messen (was nebenbei gesagt allerdings nicht immer gar so leicht gelingt), um dann sofort die Temperatur an dem Punkte der Sonnenoberfläche berechnen zu können, von welchem aus die Protuberanz sich erhob. Auf diese Weise fand Zöllner die Temperatur der Sonne zu 1.000.000⁰ C.

Dies scheint nun wieder mehr für die Annahme von Secchi zu sprechen. Allein es ist eben nur Schein. Zöllner hat bei seiner Berechnung zwei Dinge unbeachtet gelassen. Erstens, dass die Protuberanzen nicht aus reinem Wasserstoffe bestehen, sondern denselben alle Arten von metallischen Dämpfen beigemengt sind, die sich in Folge der Abkühlung beim Aufsteigen zu metallischen Tropfen condensiren. Aehnliches sehen wir ja auch auf unserer Erde. Ein aufsteigender Luftstrom, der Wasserdampf mit sich führt, condensirt den Wasserdampf in Folge der Abkühlung beim Aufsteigen zu Wolken und Regen. Die Folge hievon ist aber, dass sich der Luftstrom nicht so rasch abkühlen kann, weil die bei der Condensation freiwerdende Wärme ihn fortwährend vor zu schneller Abkühlung schützt. Ein Gleiches ist auf der Sonne bei den Protuberanzen der Fall. Diese langsamere Abkühlung in Folge der Condensation muss also bei der

Rechnung berücksichtigt werden. — Zweitens ist es nicht erlaubt, einfach eine Protuberanz herzunehmen und aus derselben die Temperatur der Sonne zu berechnen. Sie verstehen leicht, dass da eine jede Protuberanz eine andere Sonnentemperatur ergeben würde, je nach den verschiedenen Höhen der Protuberanzen. Auch darf man nicht gerade die höchsten auswählen, da dieselben ja Ausnahmen sind und ihre Berechnung nichts Anderes ergeben würde als eine ausnahmsweise Temperatur an einem bestimmten Punkte der Sonnenoberfläche. Will man einen dem gewöhnlichen Zustande der ganzen Sonnenoberfläche entsprechenden Werth der Temperatur derselben erhalten, so muss man die mittlere Höhe der jederzeit in grosser Menge vorhandenen, den Saum des Sonnenrandes bildenden Protuberanzen zur Grundlage der Rechnung machen. Man kann diese Höhe zu 1500 Meilen annehmen — erschrecken Sie nicht über diese Zahl, die für irdische Verhältnisse masslos gross ist, gegenüber dem Sonnendurchmesser von 184.000 Meilen aber immerhin noch klein genannt werden kann. Freilich gibt es Protuberanzen von riesigen Höhen. So kommen Höhen von 20.000 Meilen zuweilen vor. Young hat mehrere von über 30.000 Meilen und Secchi will eine von 55.000 Meilen beobachtet haben, ja Young gibt sogar an, eine solche von 76.000 Meilen gesehen zu haben — das wäre beinahe die Grösse des Sonnenhalbmessers. Doch diese Ausnahmen können uns, wie gesagt, für die Rechnung nicht massgebend sein.

Ich habe nun mit Zugrundelegung dieser Bemerkungen die mittlere Temperatur der Sonnenoberfläche zu 104.000 ^{0} C. berechnet. Sie sehen, bei kritischer Handhabung der genialen Zöllner'schen Methode verschwinden die Millionen.

Stellen wir nun die Frage bestimmt: welches ist die Temperatur der Sonne?

Versteht man unter Temperatur der Sonne diejenige der Sonnenoberfläche, also der Photosphäre — und das ist darunter zu verstehen — so kommen wir zu dem Resultate, dass dieselbe zwischen 100.000^0 C. und 10.000^0 C. liegt. Wir sehen, dass die bisherigen Angaben, welche so enorme Differenzen aufweisen wie 5,000.000^0 und 1400 ^{0} C., verschwinden, und dass es immerhin engere Grenzen gibt, zwischen welche es uns gelungen, die Temperatur der Sonne einzuschliessen.

Beachten Sie, dass die obere Grenze von 100.000^0 C. ein Näherungswerth ist, der möglicherweise noch zu hoch sein könnte, und dass die untere Grenze von 10.000 ^{0} C. zweifellos zu klein ausfallen musste, da sowohl die Annahme der in der Erdatmosphäre ausgeübten Absorption zu klein sein muss, als auch das Stefan'sche Gesetz der vierten Potenz zu kleine Werthe liefern dürfte, und Sie werden finden, dass wir in der That die Temperatur der Sonne schon mit einer nach den früheren Resultaten unerhofften Annäherung angeben können: Die Temperatur der Sonne liegt zwischen 10.000 und 100.000 ^{0} C.

Der Urmia-See

und

das nordwestliche Persien.

Von

Dr. ALFRED RODLER.

Vortrag, gehalten den 16. März 1887.



Hochansehnliche Versammlung!

Durch einen in diesem Saale gehaltenen Vortrag eines ausgezeichneten Fachmannes über Steppen und Wüsten sind Sie über die Ursachen unterrichtet, die einem grossen Theile der Erdoberfläche den Wüsten- und Steppencharakter aufprägen. Sie wissen, dass diese Ursachen wesentlich meteorologischer Natur sind, dass alle die Wüsten- und Steppengebiete dem Klimagebiete der Subtropen angehören, und dass sich dieser Klimagürtel durch das Auftreten von abflusslosen, von jeder Verbindung mit dem Meere abgeschlossenen Becken auszeichnet, welche häufig in ihrer Mitte eine mit einem Salzsee erfüllte Depression zeigen. Einen solchen Salzsee, den Urmia-See in Persien, möchte ich Ihnen heute gleichsam als Beispiel zu den Auseinandersetzungen Dr. Tietze's schildern und den Versuch machen, an der Hand der heutigen Züge der Landschaft Streiflichter auf die geologische Vergangenheit dieses Erdraumes zu werfen.

Wenn ich das Gebiet, über welches ich zu sprechen habe, umgrenzen soll, so stehe ich eigentlich vor der schwierigen und viel erörterten Frage nach der Grenze

zwischen Europa und Asien. Schon Karl Ritter hat die armenischen Hochlande und das alte Medien unter der Bezeichnung des „medischen Isthmus“ zusammengefasst und diesem Gebiete eine vermittelnde Stellung zwischen Europa und Asien zugeschrieben. Der Araxes, der heute die transkaukasischen Provinzen Russlands von dem Sonnen- und Löwenreiche scheidet, ist eine nur conventionelle Grenze. Er ist ein wildes, unstätes Gewässer, wie alle die Flüsse, die von den armenischen Hochlanden zu dem unter das Meeresniveau versenkten Spiegel des kaspischen Sees hinabeilen. Hüben und drüben dieselben Berge, dieselben Menschen.

Der Reisende, der vom Kaukasus kommend nach Persien zieht, wird diese Grenze nach der Physiognomik der Landschaft unbedingt an jene Bodenschwelle verlegen, welche Armenien von den Thälern Grusiens scheidet. Diese Bodenschwelle ist der Beginn der mächtigen Erhebung des Bodens, die für ganz Hochasien bezeichnend ist — sie ist auch eine Wetterscheide, welche die durch den Einfluss des Meeres klimatisch begünstigten subkaukasischen Landschaften von Hocharmenien trennt, das schon durch seine Höhenlage dieser Begünstigung verlustig geht.

In dem lieblichen Thale der Akstafa grüssen den Wanderer heimatliche Baumgestalten — Buche und Eiche. Durch hochstämmigen Laubwald führt die meisterhaft angelegte russische Heerstrasse von dem Blockhausstädtchen Delischan (1300 Meter) in kühnen Serpentinen zur Passhöhe von Simionofka. Allent-

halben ergötzt frisches Grün das Auge, erfreuen rieselnde Quellen das Ohr.

In 2250 Meter ist die Passhöhe erreicht — unser Dreigespann saust um einen Bergvorsprung — ein anderes Bild. Kahle graue Berge umstehen eine weite Hochfläche, nirgends ein Baum, nirgends ein Strauch — nur Flechten und Moose bekleiden den Fels. In der Ferne glänzt der Spiegel des einsamen Hochsees Goktscha, hohe, kegelförmige Berge schliessen nach Süden den Horizont ab. Bald taucht auch der König dieser Berglande auf, seine Genossen weit überragend, mächtig in das Himmelsblau hineingebaut, von dem sich die glitzernden Schneefelder seines Gipfels krystallscharf abheben. Es ist der Ararat. El Massis nennen ihn die Umwohner, oder auch schlechthin den Berg — ähnlich wie den Anrainern des tyrrhenischen Meeres der Aetna als „der Berg“ kat'exochen erscheint.

Der Ararat ist ein Vulcan wie der Aetna, vulcanischen Ursprungs sind die meisten der Berghäupter, die sich um ihn schaaren, vulcanisches Geröll ist es, mit dem die Brandung des Goktscha spielt. Damit sind wir bei einem charakteristischen Zuge des Erdstrichs, den wir schildern wollen, angelangt.

Ganz Iran ist ein echtes Gebirgsland — allenthalben ist hier die Erdrinde in Falten geworfen und eine Karte zeigt Ihnen, wie regelmässig diese Falten angeordnet sind. Wie Wellenberg und Wellenthal folgen sich Kämme und Thäler. Erst nachträglich kam eine Ausebnung einzelner Theile der Oberfläche Per-

siens zu Stande, die das Bild einer Hochebene vortäuscht.

Im nordwestlichen Theile Persiens und in den angrenzenden Gebieten der Nachbarreiche vermissen Sie diese Regelmässigkeit. Sie sehen hier Gebirgsstöcke von rundlichem Umriss das Relief beherrschen, den Ararat, den Alagez, den Bingöldagh, den Sawalan, den Sahend u. s. w., lauter Feuerberge der Vorzeit. In den ostwärts von unserem Gebiete und südwärts von dem Alburs gelegenen Theilen Persiens finden sich relativ spärliche Andeutungen vulcanischer Gesteine.

Nordwestpersien zeichnet sich aber auch durch reichlichere Niederschläge vor den übrigen Theilen Irans aus. Oliver St. John veranschlagt die Niederschlagsmenge Aderbeidjans auf das Doppelte von jener am persischen Golfe. Die Niederschläge fallen freilich auch hier ganz der Winterhälfte des Jahres zu und vermögen also den ganz Persien — den Küstenstrich am Kaspi ausgenommen — gemeinsamen Zug der Armuth an Holzgewächsen und der sommerlichen Dürre nicht zu beeinträchtigen. Ein sehr grosser Theil der Niederschläge Nordwestpersiens fällt in fester Form, und in den hochgelegenen Theilen des Landes hält sich die Schneedecke weit in den Frühling hinein. Durch das Schmelzwasser der Schneefelder werden für eine bestimmte Höhenzone Ausnahmsbedingungen geschaffen, das Schmelzwasser vermag den Mangel an atmosphärischer Befeuchtung einigermassen zu paralysiren, und so kommt es, dass sich da und dort in den

Hochthälern selbst Wälder halten können, so z. B. im Gebiete des Sahend. Es ist also dem vielfach abgestuften Relief zuzuschreiben, wenn Aderbeidjan trotz der klimatischen Einheitlichkeit ein Land voll schroffer Gegensätze ist. Mächtige, bis tief in den Sommer hinein schneegekrönte Bergkegel, steilwandige, unwegsame Schluchten und breite Thäler mit blühenden Gärten und sorgsamem Anbau, blaue Seespiegel und dürre Salzsteppen findet man dicht neben einander. Dieser Fülle verschiedener Lebensbedingungen entspricht auch eine Mannigfaltigkeit der Formen des Menschenlebens. In den Becken und Thälern hat sich eine ziemlich dichte sesshafte Bevölkerung von Ackerbauern niedergelassen — hier ist auch der Sitz einer reichen Städteentwicklung. Auf dem Gebirgswall, der das Urmia-Becken umgibt, an den Flanken der Riesenvulcane Armeniens, hausen Nomaden, die ein unstätes Räuber- und Hirtenleben führen. Daher auch die ethnographische Buntscheckigkeit von Nordwestpersien. Neben dem armenischen Krämer und Handwerker der Städte der feldbauende Tatar — neben dem kurdischen Häuptling, der über ein stets wanderndes Vermögen von Zelten und Heerden gebietet, der persische Grossgrundbesitzer.

Den Kern des zu schildernden Landstriches bildet das Hochland des Sees von Urmia, das nördlichste jener von aller Verbindung mit dem Meere abgeschlossenen Becken, die zusammengenommen etwa 64 Hunderttheile der Gesammtoberfläche Persiens einnehmen. Es

ist als hydrographische Einheit mitten in das Quellgebiet mächtiger Ströme hineingestellt, von seinen Rändern fliessen die Gewässer einerseits zum Araxes, andererseits zum Euphrat und Tigris. In scharfem Gegensatz zu diesem centralen Hochland steht der tiefgelegene Küstensaum des Kaspi-Sees, ein jäh abfallender, in seiner Breite zwischen zwei und sechs Meilen wechselnder Gürtel von Urwäldern mit reichem Thierleben, das Land, dem schon vor Jahrhunderten der bezeichnende Name Taberistan, „Land der Holzfäller", gegeben wurde. Aller Niederschlag, den die Winde vom Kaspi bringen, kommt diesem begrenzten Landstriche zugute. Wie sehr das ins Gewicht fällt, mögen Sie aus folgenden Zahlen entnehmen. In Lenkoran beträgt die Jahressumme der Niederschläge 1214 Millimeter, in den am Rande des armenischen Hochlandes gelegenen Alexandropol 395 Millimeter. In dem Urmia-Becken ist die jährliche Regenmenge jedenfalls nicht viel über 300 Millimeter anzuschlagen. Diesem reichen Ausmass an Befeuchtung verdankt das Uferland des Kaspi den Schmuck seiner Wälder und sein reiches Thierleben. Freilich findet hier in der warmen Treibhausluft auch ein unheimlicher Gast willkommenen Boden, die Malaria in ihren schwersten Formen — die von altersher eine Geissel dieser Tieflande ist.

Dieser von Bergströmen kurzen Laufes durchfurchte Landstrich fällt nicht in den Rahmen unserer Betrachtung. Aderbeidjan, das Atropatene der Alten,

ist auch politisch davon getrennt — es ist ein Alpenland mit Steppenklima, ein Land, zudem ausgezeichnet durch rege Thätigkeit der Kräfte des Erdinnern. Vielleicht sagt uns dies schon der Name, der, wie die Sprachkundigen wollen, Feuerland bedeutet.

Begleiten Sie mich nun von Täbriz, der Capitale Nordwestpersiens, der volkreichsten Stadt von ganz Iran, an den Urmia. Unser Weg führt uns bald über sterile Salzsteppen, bald durch eine reich bebaute Landschaft, welche die fleissigen Tataren durch ihre Schöpfbrunnen und Canäle zu einer der fruchtbarsten des Landes gemacht haben. Die Dichter zählen sie zu den vier Paradiesen Persiens. Es ist ein grandioses Panorama, das sich dem Beschauer von irgend einem Vorberge des Sahend aus darbietet. Zu unseren Füssen in tiefem Blau der wunderbare See, umsäumt von einem schimmernden Gürtel von Salzen, von dem sich die schwarz angewitterten Schieferfelsen des Ufers abheben. Aus den Fluten ragen blendendweisse Kalkklippen auf und am jenseitigen Gestade schliessen die kurdischen Alpen mit ihren leuchtenden Schneefeldern den Horizont ab. Gegen Norden zeigen sich im Vordergrunde Hügel von plumpen Formen und lebhaften Farben, dahinter die scharfen Zacken und Kämme der Halbinsel Schahu. Tiefe Stille liegt über dieser Landschaft, kein Segel belebt die spiegelglatte Wasserfläche, nur Schwäne ziehen langsam ihre Bahn. Mit dem Fernrohr vermag man Bergschafe auszunehmen, die die steilen Pfade auf den Inselklippen hinanklettern.

Mehr als siebzig Quadratmeilen nimmt die Salzfluth des Urmia-Sees ein. Er ist in Wahrheit ein kleines Meer, Dariotsche, wie ihn die Umwohner nennen. Er gehört also zu den grösseren Seen; den Bodensee übertrifft er um das Siebenfache, freilich nur an Wasserfläche, nicht auch an Wassermenge, da der Urmia ausserordentlich seicht ist. Seine mittlere Tiefe dürfte wenig mehr als vier oder fünf Meter betragen. Das Wasser des Urmia ist eine nahezu gesättigte Salzsoole. Mehr als 20 Percent beträgt sein Salzgehalt, siebenmal so viel als der des Meeres. Naturgemäss ist auch das specifische Gewicht des Urmia-Wassers ein entsprechend hohes, ganz leise Bewegungen der Glieder genügen, um sich schwimmend zu erhalten. Selbst die heftigsten Stürme vermögen die schweren Fluthen des Sees nur wenig aufzuwühlen. Der grosse Salzgehalt verleiht einem Bade im Urmia einen eigenthümlichen Reiz. Wenn das Wasser verdunstet, schlägt sich das Salz auf die Haut nieder.

Wie in quantitativer, so weicht das Urmia-Salz auch in qualitativer Beziehung von dem Salze des Meeres ab, begreiflicher Weise, da ja das Salz des Sees von der Beschaffenheit des Bodens in seinem Drainagegebiete abhängt.

Im Sommer umgibt den See an den Stellen, wo das Ufer flach ist, eine eigenthümliche Materie, ein dunkler, salzreicher Schlamm, der mit einer Salzkruste bedeckt ist und einen penetranten Geruch verbreitet. Ob dieser Geruch lediglich der Fäulniss organischer

Reste seine Entstehung verdankt, oder ob auch chemische Processe in dem Salze Theil daran haben, lasse ich dahingestellt. Die Düfte, die der See verbreitet, stören den Eindruck des Landschaftsbildes sehr beträchtlich. Von Ferne gesehen erweckt aber der schimmernde Salzgürtel des Sees den Anschein, als herrsche hier stets die heftigste Brandung. Kleine Krustenthiere leben in dem See, der Salzgehalt verhindert höheres organisches Leben.

Der Wasserstand des Sees wechselt mit den Jahreszeiten. Im Frühlinge sind meilenweite Strecken der flachen Partien seines Ufers bis an den Fuss der Berge überfluthet, die Halbinsel Schahu wird dann zur Insel. Im Sommer verräth der kahle, mit Salzen bedeckte Boden die Inundationslandschaft des Sees. Nur spärliche Salzpflanzen vermögen sich hier zu halten.

Grosses Interesse müssen wir der Frage widmen, ob es ausser dieser jedes Jahr sich wiederholenden Schwankung der Strandlinie des Sees auch Veränderungen des Niveaus von constanter Tendenz gibt. Die Flutmarken von Binnenseen haben ja schon in mehr als einem Falle Licht auf die klimatische Geschichte eines Erdraumes in den letzten geologischen Perioden geworfen. Ich erinnere Sie nur daran, dass aus alten Uferterrassen weit über dem heutigen Spiegel des grossen Salzsees in Nordamerika der Beweis einer einstigen ungeheuren Ausdehnung seines Beckens geliefert wurde. (Vergl. den in diesem Bande enthaltenen Vortrag Prof. Toula's über das Colorado-Gebiet.)

Wie verhält es sich nun mit dem Urmia-See? Dort, wo weiche, leicht erodirbare Tuffe die dem Seeufer nächste Bodenschwelle bilden, findet man allerdings Stufen, aber eine genaue Untersuchung ergibt, dass diese Stufen nur wenige Zoll über dem Wasserspiegel liegen, und in der That werden diese Tuffstufen zur Zeit der Schneeschmelze von dem See bespült. Wir dürfen sie also einfach als einen Maximalanzeiger der Frühlingshochwässer ansehen. Um alte Fluthmarken zu finden, müssen wir uns an jene Stellen wenden, wo der See bis hart an die Berge herantritt. Am östlichen Ufer hatte ich in den Schluchten zwischen Chanean und Goigan Gelegenheit, nach Terrassen oder anderen Fluthmarken zu suchen. Ich fand nirgends etwas Derartiges. Das Gleiche berichtet ein ausgezeichneter Beobachter, W. K. Loftus, von dem westlichen Ufer. Man hat ein Zusammenschrumpfen des Sees auch aus einigen anderen Umständen zu beweisen gesucht. So wird angeführt, dass künstliche Lagunen, wie sie die Einwohner an manchen Orten zur Gewinnung von Seesalz benützen, da und dort ziemlich weit von dem heutigen Ufer liegen, und ich kann das nur bestätigen. Aber der Schluss, dass das auf ein Zurückweichen der Strandlinie bezogen werden müsse, und dass deshalb manche dieser Lagunen heute nicht mehr benützt würden, scheint mir nicht beweiskräftig. Es genügt doch vollständig, wenn diese Lagunen überhaupt nur innerhalb der Inundationsgrenze liegen, ja es mag vielleicht diese Lage von Vortheil sein, weil

bei geringerer Concentration des Salzwassers und bei der geringeren Trockenheit des Frühlings eine Regulirung des Eindampfens und ein Vermeiden der geschmacksverderbenden Bittersalze leichter möglich ist. Ausser Gebrauch mögen viele dieser Lagunen einfach deshalb gekommen sein, weil die Einwohner das reine Steinsalz der miocenen Salzformation, das zumal im Sommer leicht erreichbar ist, vorziehen. Die Beobachtungen, die man heute an Ort und Stelle machen kann, liefern also entschieden keine Beweise für ein continuirliches Abnehmen des Sees. Wenden wir uns also an die Geschichte und an die Tradition.

Leider fliessen da die Nachrichten sehr kärglich. In historischen Daten und in den Berichten der Reisenden, von Monteith, dem Autor der ersten genaueren Karte Aderbeidjans, angefangen finden sich keine Anhaltspunkte für ein Kleinerwerden des Sees; die Angaben der Reisenden widersprechen einander. Aus der Tradition würde eher das Gegentheil hervorgehen. Die Einwohner erzählen, es hätte vor Jahrhunderten einmal ein Thier den See nahezu ganz ausgetrunken, ein Held habe das Thier getödtet, worauf das Wasser wieder zu steigen begann. Ausserdem wird berichtet, dass einst eine Verbindung quer über den See bestand in Form eines Dammes, den man aufgeworfen hatte. Heute überfluthe das Wasser diesen Damm, der angeblich zu Anfang des Jahrhunderts an der Färbung des Wassers noch kenntlich war. — Mag man nun solchen Angaben einen grösseren oder kleineren

Werth beilegen, sie entscheiden jedenfalls unsere Frage nicht.

Dass das Niveau des Urmia-Sees eine gewisse Variabilität zeigt, darf uns nicht Wunder nehmen. Von vielen centralen Wasserbecken in abflusslosen Gebieten liegen ja derartige Erfahrungen vor. Als der englische Consul Brant im Jahre 1838 den Van-See besuchte, fand er deutliche Zeichen, dass dessen Wasserspiegel sinke. Zwanzig Jahre später stieg er wieder, und zwar über sein früheres Niveau, dass er sogar Dörfer unter Wasser setzte. Von dem Ngami-See in Südafrika erwähnt Andersson ähnlicher Schwankungen. Ueber den grossen Salzsee wird gleichfalls derlei berichtet.

Die Erklärung für diese Erscheinungen liegt in zwei Momenten, einem klimatologischen und einem biologischen.

Es ist ja von vorneherein klar, dass die meteorologischen Verhältnisse in einem abflusslosen Becken viel unmittelbarer zur Geltung kommen als in Gebieten, die in die grosse oceanische Circulation einbezogen sind. Die Wassermenge eines Sees wie der Urmia ist einfach die Differenz zwischen Wasserzufuhr und Verdunstung. Folgen sich nun zufällig mehrere Jahre, sei es mit einem Ueberschuss auf der Seite der Einnahme, sei es auf der Seite der Ausgabe, dann wird sich der Wasserspiegel in einem anderen Niveau einstellen.

Nun wissen wir aber, dass in der That gerade das Klima der Subtropen durch aufeinanderfolgende Perio-

den trockener und nasser Jahre ausgezeichnet ist, in viel höherem Grade als unser Klimagürtel. Uebrigens haben wir ja auch in unseren Zonen Anzeichen von langjährigen Witterungsperioden. Es ist schon mehrfach der Versuch gemacht worden, diese ziffermässig nachzuweisen — ausserdem liefern uns ja die Gletscherschwankungen Beweise dafür. Ohne Zweifel sind dieselben auf klimatische Aenderungen zurückzuführen, die uns nur deshalb entgehen, weil sie vielleicht zu geringfügig sind, um überhaupt eine Messung mit unseren Hilfsmitteln zuzulassen, oder weil sie einfach durch die kürzeren Witterungsperioden mit ihren um so viel höheren Amplituden verdeckt werden.

Ein zweiter Grund für die Variabilität der abflusslosen Salzseen liegt in den Besiedelungsverhältnissen ihrer Ufer. Bodencultur wird in den Subtropen nur durch sorgsame künstliche Bewässerung möglich. Deshalb werden allenthalben die Flüsse angezapft. Von den zahlreichen Zuflüssen des Urmia erreichen im Sommer nur äusserst wenige den See, alle übrigen werden, sowie sie in die Ebene austreten, mittelst eines complicirten Systems von Canälen in unzähligen Wasseradern über das Land vertheilt. Vergegenwärtigen wir uns nun, dass der Orient ein Land der grössten Labilität der socialen Verhältnisse ist. Der Steuerdruck eines einzigen Gouverneurs kann ganze Dörfer zum Verschwinden bringen. Der Urmia hat zudem in den Kurden der persisch-türkischen Grenzlande sehr unruhige Nachbarn, die ab und zu sengend und bren-

nend fast bis an die Thore von Täbriz vordringen und auf Jahre den Bodenanbau brachlegen.

In noch viel grösserem Massstabe als in der Gegenwart fanden hier solche Schicksalswechsel in der Vergangenheit statt. Das Urmia-Becken war der Schauplatz zahlreicher Kriege. Perioden der Verödung wechselten mit Perioden ruhiger Entwicklung. Ganz ähnliche Verhältnisse hat schon Humboldt von dem See von Valencia in Südamerika beschrieben.

Es darf also wohl ausgesprochen werden, dass wir keinerlei Anhaltspunkte für fundamentale Aenderungen des Urmia-Sees innerhalb historischer Zeiten haben, und dass solche auch für die allerletzten Epochen der Erdgeschichte bei dem Mangel aller Fluthmarken nicht sehr wahrscheinlich sind. Der Verdunstungsprocess, der in dem ganzen Bereich der Subtropen vor sich geht, bringt selbstverständlich da und dort Seen zum Verschwinden — dieser Process ist aber ein ganz allmäliger und hat mit Klimaänderungen nichts zu thun.

Lassen Sie mich nun den Versuch machen, die Uferlande des Urmia nach ihrer Bodenbeschaffenheit zu zergliedern. Drei Elemente haben wir da zu betrachten: das Gebirgsgerüst, die jungen Ausfüllungen und die vulcanischen Felsarten. Vulcanischen Ursprungs ist die Halbinsel Schahu, die ich vorhin erwähnte, ein Vulcan ist der Sahend, der dominirende Gipfel im Urmia-Becken.

Sie wissen, dass die Vulcane zumeist gesellig, und zwar in gesetzmässiger Vertheilung auftreten. Ich

brauche Sie nur an den grossen Vulcanbogen zu erinnern, der die Westseite der italischen Halbinsel begleitet, oder an die Reihe erloschener Feuerberge, die dem südlichen Abbruch des böhmischen Erzgebirges folgt. So einfach ist nun die Anordnung der Vulcane Hocharmeniens und Nordpersiens nicht — trotz der sorgfältigsten dahin gerichteten Bemühungen ist es bisher nicht gelungen, sie in einen einfachen Zusammenhang mit der Streichrichtung der Gebirge oder mit irgend einer grossen Bruchlinie zu bringen. Sie stehen auch zum Grundgebirge in einem ganz anderen Verhältniss als die Vulcane der benachbarten Eruptivgebiete — die Hochgipfel des Kaukasus einerseits, der Demawend im Albursgebirge andererseits. Kasbek und Elburs sind zwar die höchsten Erhebungen des Kaukasus, aber so paradox es auch klingt, man könnte sie vom geologischen Standpunkte als rein zufällige Züge der Landschaft bezeichnen. Das Gleiche vom Demawend nachgewiesen zu haben, ist ein Verdienst Tietze's. Alle die genannten Vulcane sind dem Gebirge einfach aufgesetzt — trotz ihrer mächtigen Dimensionen haben sie in dem Bau der Gebirge keinerlei Störung und Veränderung hervorgebracht. Anders ist es im Bereiche der armenisch-nordpersischen Eruptivmassen. Hier ist das Grundgebirge, das aus Schichten paläozoischen Alters besteht, vielfach eingebrochen und zerstört — und so sehr beherrschen die eruptiven Gesteine das geologische Bild des Landes, dass neben ihnen das Gefüge der Gebirge stellenweise in den Hintergrund tritt. Das gilt ins-

besondere von der Centralregion dieser Vulcane, von der Gegend des Goktscha-Sees. Hier sind Vulcanreihen geradezu an die Stelle von Bergketten getreten.

Wie alt sind unsere Feuerberge? Es ist eine landläufige, wenn auch nicht wissenschaftliche Eintheilung der Vulcane, sie in erloschene, ruhende und thätige zu scheiden. In welche Kategorie gehören nun der Ararat, der Sahend und ihre Genossen?

Wenn wir die Förderung von Laven und Asche als das Kriterium für die Thätigkeit eines feuerspeienden Berges betrachten, dann ruhen diese Berge schon lange. Die letzten geschichtlich beglaubigten Ausbrüche der armenischen Vulcane fallen in das fünfzehnte Jahrhundert unserer Zeitrechnung, und etliche Angaben von später erfolgten Feuer- und Wasserausbrüchen aus anderen Bergen unseres Gebietes müssen wir umsomehr mit Kritik aufnehmen, als wir uns in einem Lande befinden, wo das Erdöl eine grosse Rolle spielt.

Wenn wir aber von Eruptionen absehen, dann gibt es der Zeichen reger unterirdischer Thätigkeit die wahre Fülle. Der Dreizack des Erderschütterers Poseidon herrscht über ganz Armenien und Aderbeidjan. Heftige Erdstösse zerstörten im Mittelalter die Hauptstadt Armeniens, Ani, im Jahre 1840 verheerte ein Erdbeben, das vom Ararat ausging, einen weiten Landstrich. Ein gewaltiger Felssturz, der sich von den Flanken des Noahberges löste, begrub das Dorf Arguri und das alte armenische Kloster St. Jacob. Täbriz und Ardebil haben von Erdbeben viel zu leiden, ohne leich-

tere Erdstösse vergeht kaum ein Jahr. Erinnern die Erdbeben von Zeit zu Zeit an die Kräfte des Erdinnern, so haben wir in Thermen und Exhalationen ständige Zeugen für die vulcanische Natur Armeniens und Aderbeidjans. Sahend und Sawalan sind von einem Kranze heisser Quellen umgeben — der Gipfelkrater des Tandurek ist in ununterbrochener Solfatarenthätigkeit und kohlensäurereiche Quellen sind über das ganze Gebiet verbreitet. Zu Sejidabad in der Nähe von Täbriz findet sich auch ein Seitenstück zu der berühmten Hundsgrotte bei Neapel — eine umfangreiche Höhle, in der Kohlensäure ausströmt. Iskanderiah — die Alexandersgrotte — nennen die Umwohner die Grotte, weil sie der Meinung sind, Alexander der Grosse oder sein pfiffiger Vesir Aristhatalis hätte im Hintergrunde derselben seine Kriegsbeute an Edelmetallen unter dem Schutz der giftigen Atmosphäre aufbewahrt.

Die kohlensäurereichen Quellen des Sahend-Gebietes gewähren ein besonderes Interesse durch ihre Sinterabsätze, denen sich in der alten Welt höchstens noch die Sinterbildungen von Adalia und Pambuk-Kalessi in Kleinasien an die Seite stellen lassen. (Vgl. das Bild in Prof. Toula's Vortrag über den Yellowstone.)

Am Ostufer des Urmia-Sees liegt die halbmondförmige Ebene von Dehkergan, an deren Nordrande zahlreiche Säuerlinge hervorsprudeln, theils am Fusse der Berge, die von mauerartigen Tuffkalkmassen gekrönt sind, theils weiter draussen in der Ebene. Die Quellen haben sich niedrige kegelförmige Erhebungen

mit flach abfallenden Seiten aufgebaut, an deren Spitze sich das Mundloch befindet. Von hier aus fliesst das Wasser in seichten Canälen gegen Süden der Ebene zu. In der Nähe seines Ursprungs setzt es hie und da alabasterweisse Blätter von Papierdünne ab. Ringsum ist der Niederschlag der Quellen von der verschiedensten Färbung und der Boden hat das Ansehen eines gefrorenen Sumpfes.

In der Ebene mischen sich die Wässer verschiedener Quellen, ihre Canäle werden durch Schlamm und Gesteinsbrocken verstopft, so dass das Wasser über die Ränder austritt und einen schmutzigen, unreinen Tuff absetzt.

Früher müssen die Verhältnisse hier andere gewesen sein — der herrliche Marmor, der zu Daschkesen am Nordrande der Ebene gebrochen wird und der im ganzen Orient Material zu den Prachtbauten der Vergangenheit lieferte, ist unzweifelhaft ein Product der gleichen Quellen. Während diese aber heute nur unreines Material von geringer Mächtigkeit liefern, lässt sich in den Steinbrüchen von Daschkesen eine umfangreiche Schichtfolge beobachten. Zu oberst dünne Lagen von grauer Farbe mit Pflanzenresten, entsprechend den heutigen unreinen Absätzen in der Ebene, darunter immer dickere Schichten von ausserordentlicher Reinheit — vom Alabasterweiss bis zum Wachsgelb und Rosenroth. Dabei sind die Platten dieses Marmors durchschimmernd. Hitchcock's und M. Wagner's Erklärung dieser Erscheinungen hat wohl das

Richtige getroffen. Sie vermuthen, dass die Quellen früher in höheren Niveaux auf den Bergen der Umrandung entsprangen. Hier liessen sie die Trübung herausfallen und sammelten sich sodann in der Ebene zu einem kleinen See, auf dessen Grund sich nun ungestört der Täbrizmarmor absetzte. Die Periodicität der Absätze lässt sich leicht auf Epochen gesteigerter Temperatur und grösseren Wasserreichthums der Quellen zurückführen, die mit Phasen erhöhter Thätigkeit des Sahend zusammenfielen. So verdankt das Land der Feueranbeter auch den Schmuck seiner Paläste und Gotteshäuser den vulcanischen Gewalten. Heute sind die Steinbrüche von Daschkesen nahezu erschöpft, und es ist wohl dem Mangel an Bedarf zuzuschreiben, dass es nicht versucht wird, neue zu erschliessen. Der Ort, der auf kahler Ebene liegt und unter Mangel an süssem Wasser leidet, verödet immer mehr und von seinen Hütten, die aus Lehm und Marmor sonderbar zusammengefügt sind, liegt schon ein guter Theil in Trümmern.

Mit den Travertinbildungen von Daschkesen — die übrigens nur die mächtigsten und schönsten derartigen Vorkommnisse des Sahend-Gebietes sind — wollen wir die Aufzählung der vulcanischen Erscheinungen Aderbeidjans beschliessen. Sie haben gesehen, dass mancherlei Erscheinungen uns zeigen, dass wir nicht das Recht haben, die Vulcane unseres Gebietes als erloschene zu bezeichnen. Freilich können wir auch nicht sagen, was auf das gegenwärtige Stadium der Ruhe folgen wird. Wir haben ja so viele Beispiele, dass

Vulcane durch lange Zeiträume gefeiert haben. Ich erinnere daran, dass die Vulcannatur des Vesuv vor dem Ausbruch unter Kaiser Titus unbekannt war, und dass in der Somma damals dichtes Buschwerk wuchs.

Im Süden der Ebene von Daschkesen treten nun Gesteine als zusammenhängender Zug hervor, die im Norden derselben nur an vereinzelten Stellen aus dem Schutt emportauchen. Wir überschreiten einen Pass, dessen Umgebung aus geschichteten Gesteinen, Kalk und Schiefer besteht. Die Schichten sind steil aufgerichtet und erweisen sich durch ihr Streichen und Fallen als einer Bergkette angehörig, die den Zagrosketten des persisch-türkischen Grenzlandes parallel läuft. Der Schiefer ist von Gängen eines grünen Eruptivgesteins durchbrochen und zeigt sehr schön die Erscheinung völliger Zerknitterung. Leider ist er vollkommen versteinerungsleer und gestattet daher keine Altersbestimmung.

Dagegen führt der Kalk zahlreiche Ammoniten. Diese gehören Arten an, welche für die Juraformation bezeichnend sind, zum Theil solche, welche in der untersten Abtheilung dieser Formation, dem Lias, vorkommen.

Dieser Fund von Liasammoniten bietet einiges Interesse, weil er den östlichsten Punkt bezeichnet, von dem Meeresbildungen der Liaszeit bekannt geworden sind. In dem benachbarten Alburs, dessen Aufbau Tietze erforscht hat, ist die ganze Juraformation durch Thone und Sandsteine mit Kohlenflötzen ver-

treten, nirgends die Spur eines marinen Fossils. Ebenso sind die Kohlen am Kaspi und in Turkestan zum grössten Theile jurassischen Alters — die angeblichen Vulcane des Thian-Schan sind mit einer einzigen Ausnahme nach den Forschungen der russischen Geologen auf brennende Flötze von Liaskohle zurückzuführen. Erst in Japan treffen wir wieder auf Meeresbildungen des Lias. Wir haben also in Persien eine uralte Grenzlinie zu suchen, die zwei gänzlich verschiedene Ausbildungsweisen einer Formation in zwei benachbarten Gebieten von einander scheidet.

Die runden, farbigen Hügel um Täbriz gehören einer jüngeren Formation an, die einen grossen Theil der Oberfläche Persiens einnimmt. Sie hat manche Aehnlichkeit mit jener Abtheilung der Tertiärformation, welcher unsere galizischen Salzlagerstätten angehören. Es ist eine Schichtfolge aus thonigen und sandigen Sedimenten bestehend, die sich durch die Einlagerung von Salz und Gyps, sowie durch das Fehlen oder zum Mindesten durch ausserordentliche Spärlichkeit organischer Reste auszeichnet. Stellenweise ist das Gestein von Salzschnüren durchzogen, stellenweise treten linsenförmige oder stockförmige Lager von Salz auf. In Aderbeidjan hat man Gelegenheit, anstehende Salzfelsen zu beobachten, so zu Gerger, zu Sufian im Flussgebiete des Araxes. Schon in vorhistorischer Zeit wurde in Armenien, zu Kulpi, ein Bergbau auf Salz betrieben, wie Funde von Steingeräthen beweisen. — Dieser Reichthum an Salzen gibt der Landschaft ein

eigenthümliches Gepräge. Die leichte Zerstörbarkeit der Gesteine bedingt einerseits das Auftreten plumper Bergformen, andererseits das Erscheinen von unregelmässig durchfurchten und zerrissenen Hängen. Alle Gewässer führen in diesen Gegenden reichlich Salz — Quellen süssen, trinkbaren Wassers sind recht selten. Trocknet ein Bach im Sommer aus, dann hinterlässt er eine Kruste von Salzen, ging er über ein steiles Gehänge, dann bleibt gleichsam ein in Salz versteinerter Wasserfall zurück. Sehr häufig enthalten die Ortsnamen Beziehungen auf diesen Salzreichthum, es gibt eine Menge „Salzberge“ und „Gypsberge“, „Salzthäler“ und „Salzige Flüsse“.

In der unmittelbaren Nähe des Urmia-Sees spielt die Salzformation keine besondere Rolle, dagegen sind die Kalke und Schiefer als eine Bergkette weit nach Süden zu verfolgen — je mehr wir uns vom Sahend entfernen, desto mehr tritt sie auch landschaftlich hervor. An einer Stelle aber ist sie unterbrochen durch das weite Thal von Maragha. Welchen Umständen diese Bodensenke ihre Entstehung verdankt, vermag ich nicht zu entscheiden, so sehr ist sie mit jüngeren Ablagerungen ausgefüllt. Diese Massen von sandigem Lehm und Schutt waren das eigentliche Ziel meiner Reise. Sie bilden eines der reichsten Lager von Ueberresten fossiler Säugethiere, das auf Erden bekannt ist. Im Osten von der alten Stadt Maragha breitet sich stundenweit eine Landschaft aus, die auf das Lebhafteste an die Bilder der Lössschluchten Chinas erinnert.

Wenn wir uns auf der Höhe befinden, so scheint es, als falle das Land sanft und nirgends unterbrochen zum Thale des Safi-Tschai ab. Wenige Schritte und wir stehen vor einer steilwandigen Schlucht von dreissig und mehr Meter Tiefe — wir wenden uns nach einer anderen Seite und abermals eröffnet sich vor uns ein Abgrund von solcher Steilheit, dass man nur mühsam über das lockere Material kletternd und mit ihm rutschend die Sohle erreicht. Von solchen Schluchten ist das ganze Gebiet bis an den Fuss der Berge durchrissen. Weite Umwege muss man machen, um mit Pferden die Wurzeln dieses verzweigten Netzes von Schluchten, oder von einer Schlucht die benachbarte zu erreichen. Ueberall bildet der gleiche sehr sandige Lehm die Hänge, bald von graugelber, bald von mehr röthlicher Färbung. An der Oberfläche ist er von der Sonne stellenweise zu festen Krusten zusammengebacken, in der Tiefe mürb und locker.

Zur Zeit der Schneeschmelze schiessen wilde Giessbäche durch diese Schluchten — im Sommer sind sie aber nur zum Theile von schwachen Wasseradern durchzogen, die ihr Wasser aufsteigenden Quellen entnehmen. Nur in den untersten Partien dieser Schluchten, wo sich die Wässer sammeln und wo sich die Sohle verbreitert, hält sich eine spärliche Vegetation, vornehmlich aus Weidengebüsch bestehend; hier allein ist etwas Thierleben. Auf dem feuchten Boden wimmelt es von Schildkröten und Schlangen und im Geäst gurren Turteltauben. Weiter aufwärts aber ist Alles kahl

und still. Wandert man eines dieser wasserlosen Bachbetten aufwärts, so findet man bald da und dort Knöchelchen umherliegen, zumeist Fussknochen und Zähne eines pferdeartigen Thieres. Solche aufgelesene Knochen waren es, die durch den russischen Reisenden Khanikof nach Europa gelangten und die zuerst die Aufmerksamkeit der Geologen auf Maragha lenkten. Unserem um die Erforschung Persiens so hochverdienten Landsmanne Dr. J. E. Polak verdankt die Wissenschaft die Anregung zu systematischer Ausbeutung der Fundstätte.

Hat man ein wachsames Auge auf diese Findlinge, so wird man bald gewahr, dass sich an einzelnen Stellen diese Knochen häufen und dass zu den festeren, aus Cementsäulen aufgebauten Pferdezähnen auch gebrechlichere Skeletbestandtheile hinzutreten, Stücke von Röhrenknochen und Schädelfragmente, die einen weiteren Transport durch Wasser nicht vertragen. An solchen Oertlichkeiten suchen wir nun die Hänge ab und nur selten werden wir an den Mergelwänden Partien vermissen, die mit weissem Knochenmehl bestäubt sind. Wenige Spatenstiche und wir sind auf einem Knochennest.

Solcher Knochennester gibt es nun in der weiten Mergellandschaft von Maragha unzählige. Mein wackerer Freund Theodor Strauss, ein hochbegabter deutscher Kaufmann, und ich haben zusammengenommen an etwa fünfzig Stellen mit Erfolg gegraben. Die Lagerung und Vertheilung der fossilen Säugethierreste ist

zu Maragha eine wesentlich andere als an der altberühmten Fundstätte von Pikermi bei Athen. Hier sind die Knochen auf eine einzige relativ dünne Schicht beschränkt und man muss eine mächtige Masse tauben Gesteins hinwegräumen, um auf diese zu gelangen. In Maragha aber sind die Fossilien einem gewaltigen Mergelcomplex scheinbar regellos eingelagert. Wenn man bedenkt, dass sich die bisherigen Grabungen ausschliesslich auf Stellen beschränkt haben, wo die Denudation die Blosslegung schon besorgt hatte, wenn man ferner bedenkt, dass man in einem Umkreise von mehr als fünf Meilen bisher doch nur die von der Stadt Maragha und den vereinzelten Dörfern aus leichter erreichbaren Localitäten sorgfältiger abgesucht hat, dann kann man sich erst einen Begriff von dem unerschöpflichen Reichthum dieses tertiären Todtenfeldes machen.

Sehen wir uns nun die ausgestorbene Thiergesellschaft von Maragha näher an. Die erste Rolle spielte ein Ahne unseres Pferdes, das Hipparion, ein Thier, das neben einem Hufe, der den Boden berührte, noch zwei seitliche functionslose hatte. Aeusserst zahlreich war die Sippe der Antilopen vertreten, Antilopen von den verschiedensten Grössen mit dem verschiedensten Gehörn, Gazellen, Paläoreas, Antidorcas, Tragoceros, Paläoryx u. s. w. Daneben gab es Giraffen, eine echte Giraffe, Helladotherium (ein hornloses, giraffenähnliches Thier), und sodann einen Verwandten der eigenthümlichen, bisher nur von indischen Fossilfund-

orten bekannten Sivatherien, ein Thier mit einem mächtigen Knochenaufsatz auf der Schädeldecke, von dem sich erst das Gehörn erhob. Sehr schöne Reste hat Rhinoceros geliefert, ebenso Aceratherium, ein hornloses, aber im Uebrigen dem Rhinoceros nahe verwandtes Thier. Der Elephant fehlt, an seiner Stelle ist eine nun ausgestorbene Gattung vorhanden, das Mastodon, ein mächtiges Thier mit zwei gewaltigen Stosszähnen im Oberkiefer und eigenthümlichem Backenzahnbau. Zusammen mit diesen Dickhäutern lebte hier auch ein stattlicher Eber, derselben Gattung, aber einer anderen Art angehörend als das Schwein.

Dafür, dass es in dieser Thiergesellschaft nicht allzu friedlich hergehe, sorgten Raubthiere, eine grosse Hyäne und Glieder des Katzengeschlechtes, insbesondere Machairodus, der „schwertzähnige Löwe“, in dessen schneidendscharfen, gesägten Oberkiefer-Eckzähnen der Raubthiercharakter gewissermassen potenzirt erscheint. (Näheres über die Säugethiere der Tertiärzeit findet man in einem Vortrag von Prof. Toula in diesem Jahrbuch 1879. Wer sich noch ausführlicher über die einschlägigen Fragen unterrichten will, dem sei die „Erdgeschichte“ von M. Neumayr empfohlen.)

Gibt uns nun die Zusammensetzung dieser Thiergesellschaft ausreichende Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Fauna jener Periode? Da müssen wir uns vor Augen halten, dass wir in unserer Liste nur Thiere von einiger Körpergrösse finden; die sogenannte Mikro-

fauna fehlt zu Maragha wie an fast allen ähnlichen Fundstellen. Die Knochen kleinerer Thiere sind ja erstens an und für sich leichter zerstörbar und zweitens sind sie viel besser transportabel, so dass eine Verschleppung derselben auf weitere Entfernungen hin platzgreifen kann. — Der Einfluss der Erhaltbarkeit äussert sich jedoch gewiss auch in den relativen Mengenverhältnissen der erhaltenen Reste, sowohl nach den erhaltenen Skelettheilen, als nach den Thieren, denen sie angehörten. Wirbel finden sich am spärlichsten, Zähne am häufigsten. Die gracileren Antilopen treten entschieden hinter den Pferden mehr zurück, als es in Wirklichkeit der Fall war. Nur in der Spärlichkeit der Raubthiere gegenüber den Hufthieren können wir den Ausdruck einer Gesetzmässigkeit sehen. Es ist klar, dass mehrere Fleischfresser auf einem bestimmten Raume einander viel gefährlichere Concurrenten um die Nahrung sind als mehrere Pflanzenfresser.

Wie kommt es nun, dass uns gerade zu Maragha Thierskelete in so ausserordentlicher Zahl erhalten sind? Reste von Landorganismen erhalten sich ungemein selten. Wüssten wir nicht aus historischen Daten, wie über weite Strecken von Mitteleuropa hin dereinst dichter Wald das Land bedeckte, den unzählige Generationen von wilden Thieren bewohnten, wir könnten es schwerlich aus den Resten der Fauna und Flora nachweisen. Damit uns Knochen von landbewohnenden Thieren erhalten bleiben, ist es nothwendig, dass sie

bald von einer schützenden Decke dem Einfluss der Verwitterung entrückt werden. Wir brauchen zu Maragha nicht lange nach dem Ursprunge der mächtigen Massen von Erde zu suchen, die die Thiere begruben. Der Sahend lieferte zur Zeit seiner Thätigkeit lockeres Auswurfsmaterial gewiss in Fülle. Es wiederholt sich hier im fernen Osten eine Erscheinung, die wir auch von anderwärts kennen. Die Nachbarschaft von Vulcanen begünstigt die Erhaltung der Ueberbleibsel von Organismen.

Schwieriger ist die Frage nach der Art der Ablagerung der knochenführenden Mergel zu beantworten. Ich will an dieser Stelle in die Discussion dieser Frage nicht eingehen und nur der Meinung Ausdruck geben, dass mir die Auffassung der in Rede stehenden Bildungen lediglich als eines Absatzes aus dem damals höheren Urmia-See als zu eng erscheint. Der Uebergang der die Fossilien enthaltenden Erdart in den heutigen Steppenlehm ist ein ganz allmäliger und die Mächtigkeit der Mergel ist so gross, dass sie einen enormen Hochstand des Sees voraussetzen würde, für den wir keinerlei andere Anhaltspunkte haben, zumal da die Knochenmergel die Wasserscheide zum Kaspi-See überschreiten.

Als das Wahrscheinlichste erscheint mir, dass an der Ablagerung von Maragha nicht nur der Urmia-See und seine Nebenflüsse, sondern auch die Atmosphäre betheiligt war. Die Abweichungen von anderen äolischen Bildungen lassen sich einerseits durch die Nach-

barschaft des Sahend, andererseits durch die Lage hart am Rande des centralen Beckens erklären. Die Thiere, die damals die Uferlandschaften des Urmia bewohnten, mochten häufig in grosser Zahl durch Katastrophen dem Untergange anheimgefallen sein. Zwischen dem damals in reger Thätigkeit befindlichen Sahend und dem zu häufigen Ueberschwemmungen geneigten See war ihre Wohnstätte ebensosehr den vulcanischen Schauern des Berges als den Ueberfluthungen durch den See ausgesetzt. Recht wahrscheinlich ist es auch, dass viele Thiere durch Untersinken im Schlamme des Ufers zu Grunde gingen, ähnlich wie dies für manche amerikanischen Knochenfundstätten (Argentina, Nebraska) angenommen wird.

Es ist klar, dass die Fauna von Maragha ein üppigeres Pflanzenleben voraussetzt, als dies heute in jenen Gegenden der Fall ist. Dessenungeachtet möchte ich die Behauptung aufstellen, dass die Verhältnisse am Urmia-See zu jener Zeit doch auch schon auf ein Steppenklima hinzuweisen scheinen. Betrachten wir einmal die Bedingungen, unter denen die heutigen Verwandten der Thiere von Maragha leben.

Ich möchte hier an die Schilderungen anknüpfen, die Gustav Nachtigal, einer der ausgezeichnetsten Beobachter, über die Thierwelt am Rande des Tsad-Seebeckens gibt. Am 15. Juni zog Nachtigal mit einer Karawane langsam reisend noch durch Dünen von Flugsand, am darauffolgenden Tage hatte sich das Ansehen der Landschaft schon verändert — der Boden

war mit einiger Vegetation bedeckt und Antilopenheerden in grosser Zahl tauchten auf. Nirgends war süsses Wasser zu finden, und die Eingebornen versicherten, dass der Bedarf der Antilopen nach Wasser nahezu vollständig durch die Feuchtigkeit der Kräuter gedeckt sei. — Während zweier weiterer Tagereisen trat der Steppencharakter deutlicher hervor, auf der dritten trafen die Reisenden auf lockeres Buschwerk, und als sie die sumpfigen Ausläufer des Tsad erreichten, zeigten sich Heerden von Flusspferden und Schaaren von Wassergeflügel.

Ganz ähnlich lauten die Angaben von Thomson über das Gebiet des Kilimanjaro. Auch hier liegen die Gegensätze zwischen nahezu absolutem Mangel an höheren Thieren und individuenreicher Steppenfauna innerhalb desselben Klimagebietes hart nebeneinander.

Die Antilopen und die Pferde, die den Grundstock der Maragha-Fauna bilden, sind echte Steppenthiere, und es ist bezeichnend, dass unter den einstigen Bewohnern der Urmia-Ufer die Hirsche vollkommen fehlen, und dass Hirschüberreste auch zu Pikermi ganz hinter den Antilopen zurücktreten. Das umgekehrte Verhältniss herrscht bezüglich einiger nördlicher gelegenen Fundorte. Hirsche und Antilopen scheinen einander auszuschliessen — ihr Vorkommen scheint für verschiedenartige Klimagebiete bezeichnend zu sein. Die Hirsche sind die Wiederkäuer des Waldlandes, die Antilopen jene der Steppen.

Keines von den Thieren der alten Fauna von Maragha widerspricht der Annahme, diese Fauna habe an einem klimatisch begünstigten Orte, auf einer Oase eines Steppengebietes gelebt. Für die Bildung einer solchen Oase war aber kaum ein anderer Platz so günstig wie die Uferlandschaft an einer grossen Wasserfläche. Ein geringes Plus an Wasserzufuhr konnte an den Ufern des Sees und an den der in ihn mündenden Flüsse jene Bedingungen herbeiführen, die dem Gedeihen dieser Thierwelt nöthig sind. Die Antilopen und Pferde mögen an der Peripherie der Urmia-Oase gehaust haben, die Dickhäuter im Sumpfland und Buschwald des Ufers. Heute noch finden wir am Urmia-See eine in gewisser Beziehung analoge Erscheinung. Im Süden des Sees leben auf dem dicht mit Schilf bewachsenen Delta des Djaghatu unzählige Wildschweine.

Wir wollen uns nunmehr noch die Frage vorlegen: „Wie alt ist die Thiergesellschaft von Maragha, in welche der Abtheilungen der Tertiärformation lässt sie sich einreihen?“ Auf Grund der Lagerungsverhältnisse an Ort und Stelle können wir nur so viel sagen, dass sie jünger sein müsse als die ältere Miocenzeit. Das letzte Glied der Schichtreihe, das in dieser Gegend an der Gebirgsbildung theilnahm, ist die geschilderte Salzformation. Die Mergel von Maragha liegen ungestört auf dieser und den übrigen Schichtengliedern des Gebirges. Wir müssen uns also für die Altersbestimmung nach Stellen umsehen, wo sich ähnliche Thierreste wie hier in einem scharf bestimmten Niveau

finden. Das ist nun bezüglich der Fossilfundstätte von Pikermi der Fall, und wir verlegen die Fauna von Maragha daher in die Pliocenzeit, wie jene Pikermis.

Blicken wir jetzt einmal zurück. Die miocene persische Salzformation deutet auf trockenes Klima zur Zeit ihrer Bildung — auf ein Klima, das Salzwasser zur Verdunstung und Salze zum Absatz brachte. Die darauf folgende Pliocenzeit, oder vielmehr jener Abschnitt derselben, dem die Faunen von Pikermi und Maragha angehören, ist für das ganze Mittelmeergebiet — im weitesten Sinne genommen — die Zeit der grössten Festlandsentwicklung, der bedeutendsten Einengung des Meeres. Damit steht, wie wir gesehen haben, der Charakter der Fauna im besten Einklang. Nun wissen wir, dass die Entstehungsgeschichte des östlichen Mittelmeerbeckens erst in sehr späten Zeiträumen zum Abschluss kam. Die mediterranen Gebiete, die Länder im näheren Umkreis des heutigen Mittelmeeres, wurden dadurch klimatisch begünstigt. Dagegen blieb in den östlich davon gelegenen Ländern, in Kleinasien, in Persien, im Kaspi- und Aral-Gebiete der continentale Grundzug unverwischt bestehen.

Die Zeit, da die Fauna von Maragha lebte, mag einer Episode etwas grösserer Feuchtigkeit entsprochen haben, welche später, vielleicht gleichzeitig mit der Glacialperiode des Nordens ihr Maximum erreichte. Man hat gerade für Persien viel von einer Fluviatilperiode gesprochen, einer Epoche, in welche die Entstehung des grössten Theiles der Schuttmassen fallen

soll, die in Persien allenthalben den Boden bedecken. Ich halte den Namen für ganz überflüssig; es ist durchaus unmöglich, irgendwie eine Grenzlinie in diese Schottermassen hineinzulegen. Mag auch immerhin zur Zeit, als die armenischen Berge ihre Gletscherzungen bis in das Araxes-Thal herabsandten, die Erosion und der Transport durch fliessendes Wasser eine grössere Rolle gespielt haben als heute — wir können nicht bestimmen, welche Absätze dieser Epoche zufallen.

Man muss sich auch lebhaft vor Augen halten, dass die Flüsse in einem Subtropenlande wie Persien eine ganz andere Rolle spielen als bei uns. Dem Reisenden wird es stets auffallen, wie über ein schwächliches schmales Gewässer oft stolze Brücken führen mit hochgeschwungenen Bogen. Die Erklärung liegt nahe. Unstätigkeit im Einhalten des Bettes und ausserordentliche Schwankungen in der Wassermenge sind für alle Flüsse der Subtropen bezeichnend. Der gesammte Niederschlag fällt in Aderbeidjan im Winter, und zwar zum grossen Theile in fester Form. So kommt es, dass zur Zeit der Schneeschmelze starke Hochfluthen auftreten. Das Wasser fliesst einfach nach der Neigung des Bodens ab und Flussbette mit regelrechten Uferwänden, wie wir sie zu sehen gewohnt sind, gibt es eigentlich nicht. Statt von Flussbetten könnten wir von breiten Flusszonen reden, innerhalb deren der Stromstrich sehr wechselt. Deutlicher noch als am Adji-Tschai bei Täbriz ist dieses Verhältniss an einigen Nebenflüssen des Urmia-Sees im Süden ausgeprägt,

am Safi-Tschai und besonders am Djaghatu. Diese Flüsse, deren Unterläufe ineinandergreifen, werden von jedem der wenigen wissenschaftlichen Reisenden, die sie passirt haben, anders geschildert, sowohl nach ihrem Verlauf als auch nach ihrer Wassermenge. Der klimatische Charakter eines jeden Winters ist eben im Stande, das hydrographische Netz zu verschieben.

Es ist daher ein Trugschluss, wenn man daraus, dass man abseits von den heutigen Flussläufen Spuren von Rinnsalen findet, sofort auf eine stattgehabte bedeutende Aenderung des Klimas schliesst. Bei der sommerlichen Trockenheit kann sich unter günstigen Umständen ein in einem einzigen Winter aufgebauter Schuttkegel, ein von einem einzigen Hochwasser bewirkter Einriss durch Jahrzehnte erhalten. Nichts spricht in unserem Gebiete gegen die Annahme einer ganz continuirlichen Entwicklung. Sie werden mir aber folgenden Einwurf machen.

Wie lässt es sich vereinigen, dass sich die Grundzüge im klimatischen Charakter Nordpersiens seit der Miocenzeit gleichgeblieben sein sollen und dass dennoch von dieser alten Fauna heute in Persien so gar nichts mehr übrig geblieben ist? Selbst von jenen Gattungen der Fauna von Maragha, die heute noch leben, finden wir nur zwei in Persien: das Schwein und die Hyäne, aber Arten, die wir als Einwanderer betrachten müssen.

Es sind nicht allein die vorhandenen Lebensbedingungen für die Fauna eines Landes massgebend,

ein zweiter Factor ist die geologische Geschichte der Thierwelt. Mag nun auch der Entwicklungsgang dieser wesentlich doch wieder auf dem Wechsel von Lebensbedingungen beruhen, so ist der Zusammenhang zwischen beiden keineswegs so einfach und klar, als man vielfach glaubt.

Wir brauchen nur zu bedenken, dass geologische und klimatische Wandlungen auf die Pflanzenwelt in einem ganz anderen Tempo wirken als auf die Thierwelt, und dass die Thierwelt in der Regel nicht unmittelbar auf eine Aenderung der äusseren Verhältnisse reagiren wird, sondern erst auf die erfolgte Aenderung der Flora. Das gleiche Verhältniss wie zwischen Flora und Fauna besteht nun wieder zwischen einzelnen auf einander angewiesenen Ordnungen von Thieren, und es lässt sich daraus ermessen, wie der Fortschritt der Lebewelt durch ein ausserordentlich complicirtes Zusammenspiel von Ursachen und Wirkungen zu Stande kommt.

Die Geschichte der letzten geologischen Perioden weist manche auf dieses Moment zurückzuführende, schwer zu erklärende Erscheinungen auf. Vor nahezu dreissig Jahren hat Prof. Suess gezeigt, dass zur Tertiärzeit im Wiener Becken eine Landfauna lebte, die mehrere nachhaltige Veränderungen in den physikalischen Verhältnissen ihres Wohnortes überdauerte, und dass dann bei einer neuerlichen Wandlung im Relief des Landes eine neue an deren Stelle trat, ohne dass wir es erklären können, warum gerade zu diesem Zeitpunkte die Thierwelt so rasch sich änderte. Die

gleiche Schwierigkeit, die uns zu Maragha begegnet, eine alte Fauna mit der heutigen in Einklang zu bringen, besteht eigentlich auch für ganz Europa. Wir haben zu Maragha ein Thier fossil, das für die äthiopische Region, für Afrika südlich von der Sahara bezeichnend ist — die Giraffe, und die ganze übrige Fauna entspricht gleichfalls den heutigen Thiertypen Afrikas. Das Gleiche gilt für Pikermi, für die gesammten Miocen- und für die meisten Pliocenfaunen Europas.

Auch in den Süsswasser-Ablagerungen der siwalischen Hügel Indiens finden wir äthiopische Thierformen, neben ihnen aber auch solche, die im Einklange stehen mit der Thierwelt der heutigen indisch-ostasiatischen thiergeographischen Provinz. — Persiens gegenwärtige Thierwelt hat mit der letzteren nichts Gemeinsames, und es ist daher von hohem Interesse, zu sehen, wie sich vereinzelt in dem Knochenlager am Urmia-See Anklänge an die Thierwelt des Ostens finden. Bis zur Erschliessung des Knochenlagers von Maragha kannten wir keine fossile Pliocenfauna für den weiten Raum zwischen dem Hellespont und den Siwalikbergen — diese Lücke ist nun ausgefüllt, vereinzelte Bindeglieder zwischen Ost und West haben sich schon gefunden, weitere wird ein genaueres Studium gewiss noch ergeben. Wir werden dann neue Anhaltspunkte für die Thiergeographie der Tertiärzeit im Vergleiche zur Gegenwart gewinnen, ungelöst wird freilich auch dann noch das grosse Räthsel bleiben, dass einen und denselben Erdraum nacheinander Thiergesellschaften

bewohnt haben, die heute für verschiedene Erdtheile charakteristisch sind.

Die Schilderung des geologischen Aufbaues der Ufer des Urmia-Sees wäre unvollständig, wollte ich nicht gewisser, theils runder, theils trapezoidaler Hügel gedenken, die sich in dem ganzen Bereich des alten Mediens und ungemein zahlreich gerade im Urmia-Becken finden. Sie führen den Namen Tapes, d. h. Hügel schlechtweg, und ihre regelmässige Gestalt allein zeigt schon, dass sie künstlichen Ursprungs sind. Sie bestehen aus Lagen von Erde und Asche, untermischt mit Knochenfragmenten und Scherben. Ueber ihre Bestimmung lässt sich weder aus historischen Daten, noch aus der Tradition etwas entnehmen.

Jedenfalls waren sie nicht Signalstationen, wie man vermuthet hat. Gerade am Urmia-See stehen oft mehrere Tapes in kurzen Intervallen hintereinander, während dann der nächste erst weit jenseits eines Bergkammes erscheint. Das Wahrscheinlichste ist es wohl, dass wir es in den Tapes mit prähistorischen Begräbnissstätten zu thun haben.

Diese Hügel sind die ersten Zeugnisse von der Anwesenheit des Menschen in diesen Gegenden. Dann ist über den Urmia-See und seine Gestade eine wechselvolle Geschichte hingerauscht. Die assyrischen Könige kamen nach den Berichten der alten Schriftsteller in die Berge Hyrkaniens und Mediens, um auf riesige Stiere zu jagen. Strabo erzählt, dass es im Lande Atropatene einen blauen, hochgelegenen See gebe,

dessen Wasser so salzig sei, dass es Brechen errege und ein hineingebrachtes Gewand zerstöre. Zu Beginn und in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung war Aderbeidjan der Schauplatz langwieriger Kämpfe zwischen dem römischen Weltreich und den Parthern. In den Oden des Horaz kommt häufig der Araxes und das Land der Parther vor, als eine Umschreibung für die ungastliche gefahrvolle Ferne. Den Söhnen Italiens gefiel es nicht in dem dürren, sonnverbrannten Lande — an dem Angriff der pfeilgewandten parthischen Reiterschaaren wurde die schönste Schlachtordnung zu Schanden. So kam es, dass Rom hier niemals nachhaltige Erfolge erzielte, ebensowenig wie später Byzanz im Kampfe gegen die Sassaniden.

Die glänzendste Epoche in der Geschichte von Maragha bildet aber das Zeitalter der mongolischen Ilchane. Hulaku-Khan, der Bezwinger Vorderasiens, schlug zu Maragha seine Residenz auf. Hierher liess er die Schätze bringen, die er auf seinen Kriegszügen erbeutet. Maragha wurde eine Pflanzstätte orientalischer Gelehrsamkeit. Auf dem Berge Räsad im Nordwesten der Stadt wurde eine Sternwarte gebaut für Nassr-eddin aus Tus, einen hochgelehrten Mann. Noch sind uns die vortrefflichen Breitenbestimmungen der Astronomen von Maragha erhalten. Hulaku-Khan, der „Weltverbrenner“, führte ein mildes Regiment. Seine Lieblingsgemahlin Toquus Katun war eine Christin. Christliche Sendboten kamen ins Land und das Geläute von Kirchenglocken erklang in den Gegenden, wo heute

der christliche Name der ärgste Schimpf ist. Auch ein Oesterreicher war unter den Glaubensboten der späteren Mongolenzeit, der Bruder Odoricus aus Portenau, einem friaulischen Dörfchen. Wir besitzen ein Sendschreiben von einem kirchlichen Oberen, das die frommen Brüder zu „Maroga" ermahnt, auszuharren im Glauben und die Strapazen des widerwärtigen Klimas zu ertragen.

Hulaku-Khan's Tage waren leider kurz, und damit von all' dem Glanze nichts übrig bleibe, versank bald darauf sein Schatzhaus auf einem Vorgebirge des Urmia in einer stürmischen Nacht unter Donner und Blitz in den See. In den folgenden Jahrhunderten theilte Maragha das Schicksal aller orientalischen Städte: bald war es die Residenz eines Prinzen, bald war es wieder ein bescheidenes Landstädtchen. Heute ist von all' dem jede Erinnerung in Maragha erloschen.

So haben Sie denn gesehen, dass auch der Abglanz welthistorischer Begebenheiten auf dem eigenartigen Gestadeland des Urmia-Sees ruht. Persien ist nicht das Land, welches uns die Dichter des Morgenlandes wie des Abendlandes schildern; das Bild, das sich durch den „West-östlichen Divan" und durch den schalkhaften weinfrohen Gesellen Mirza-Schaffy in unseren Vorstellungskreis eingeschlichen hat, ist ein falsches. Nicht in schimmernden Palästen, nicht in menschlichem Reichthum besteht die Pracht und der Glanz von Iran, sondern in seinem tiefblauen Himmel und in seinen buntfarbigen Bergen.



Beziehungen
der
Descendenzlehre
zur Systematik.

Von

Dr. FRIEDRICH BRAUER,
k. k. Universitäts-Professor.

Vortrag, gehalten den 23. März 1887.



Im Verkehre mit Zoologen oder Botanikern können wir, sobald sie eine Sendung von Thieren oder Pflanzen aus unerforschten Gegenden erhalten, sofort bemerken, dass sie eine oder die andere Form herausgreifen und sagen: Das ist eine neue Art, das ist eine neue Gattung u. s. f.! Erlauben wir uns aber die Frage: Was ist denn eine Art oder eine Gattung, so vermag keiner eine genaue Bestimmung dieser Begriffe zu geben. Er wird uns zwar begreiflich machen können, warum er die betreffende Form für eine neue Art oder Gattung hält, indem er uns sagt, sie weiche von allen Arten einer Gattung oder von allen Gattungen einer bestimmten Familie durch ein auffallendes oder mehrere constante wesentliche Merkmale ab, aber das Wesen der Art oder Gattung ist damit nicht klar gemacht, sondern nur Unterschiede neuer Formen von den bisher bekannten angedeutet.

Die Aufgabe der Systematiker ist, jene Charaktere bei einer Thier- oder Pflanzenform zu erkennen, welche, wie man annimmt, keiner individuellen Veränderung unterliegen. Die Fähigkeit, solche Charaktere in einem gegebenen Falle herauszufinden, ohne eine

grosse Anzahl von Individuen vergleichen zu können, wird durch die vorhergegangene Uebung im Untersuchen verwandter Individuenreihen erklärlich. Wird für eine Thiergruppe (Gattung) z. B. ein bestimmter Charakter aufgestellt, so stellt man eine neue Art, wenn sie diesen Charakter zeigt, in diese Gruppe, und zeigt sie einen hievon und von anderen Gruppen abweichenden Charakter, so errichtet man eine neue Gattung oder Gruppe, um sie von bekannten Formen unterscheiden zu können, ohne viel darüber nachzudenken, was denn eigentlich die Begriffe Gattung oder Art für eine Bedeutung haben, gerade so wie im gewöhnlichen Leben viele Worte gebraucht werden, ohne dass über ihre ursprüngliche Bedeutung nachgedacht wird. Nach Linné handelt es sich darum, die auf der Erde vorhandenen Thiere und Pflanzen kennen, d. h. von einander unterscheiden zu lernen und in ein künstliches Fachwerk einzutheilen, um sich bei der Fülle der Formen orientiren zu können. Auf Grundlage von Gleichartigkeit und Aehnlichkeit entstand ein künstliches System der Formen, die alle in Bezug ihrer Charaktere als unveränderlich angesehen wurden. „Species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae.“ (Linné, Philosophia botanica.)

Die späteren Begründer des sogenannten natürlichen Systems haben erkannt, dass es sich nicht blos um die Unterscheidung der Thier- und Pflanzenformen zum Zwecke der Erkenntniss der einzelnen Arten und Gattungen etc. handele, sondern die Zoologie noch eine

höhere Aufgabe habe, nämlich aus dem gesammten Baue und der Entwicklung der Thiere und Pflanzen nicht nur deren Verschiedenheiten, sondern auch deren verwandtschaftliche Beziehungen zu einander festzustellen, indem man die grösste systematische Aehnlichkeit „Verwandtschaft“ im metaphorischen Sinne nannte. — Die nicht mehr durch einzelne Merkmale, sondern durch den Gesammtbau und die Entwicklung gefundenen Gruppen bildeten das sogenannte natürliche System.

Dieses natürliche System soll nun durch die Descendenz und Selectionstheorie seine Erklärung finden, es soll aufhören, ein ideales zu sein, die metaphorische Verwandtschaft der Lebewesen soll eine reale werden, und das wahre Natursystem, dessen Erkenntniss angestrebt wird, soll der Stammbaum derselben sein.

Es sind in Folge dieser Ansichten wiederholt Versuche gemacht worden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreiches oder des organischen Reiches überhaupt zu construiren, namentlich haben Häckel's Werke in dieser Hinsicht Aufsehen erregt. In diesem Sinne haben auch die Zoologie und Botanik ihre Sturm- und Drangperiode durchlaufen, der gesuchte Stammbaum weicht aber, trotz aller eifrigen Nachforschungen, in immer weitere Ferne zurück; denn man sieht bei der stets genaueren Untersuchung der Formen immer deutlicher die neuen Hindernisse und die grossen Mängel unserer Kenntnisse. So scheint es, als seien wir von der Erkenntniss des Ursprunges der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen und deren wahren

Stammbaum noch so weit entfernt wie die mechanische Theilung eines Körpers von dessen chemischer Zerlegung.

Welche Anschauungen aber auch immer über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Organismen herrschen mögen, das muss man zugeben, dass die Systeme, welche jene zur Grundlage haben, hauptsächlich durch die Untersuchung lebender Thierformen entstanden sind, obschon fossile Formen später wesentlich zu deren Erklärung beigetragen haben. Es ist dies auch ganz natürlich, weil uns die fossilen Formen nicht in so grosser Zahl bekannt sind und wir von denselben auch nur selten etwas über ihre Entwicklung erfahren.

Ist nun aber das ideale Ziel, dem wir zustreben, das wahre natürliche System, ein Stammbaum, dann stellt die Gegenwart mit ihren zahlreichen Lebewesen nur eine gewisse Höhe dieses Baumes vor, gleichsam eine horizontale Ebene durch die Krone desselben. Alle Aeste, welche diese Ebene erreichen, entsprechen den jetzt lebenden, alle unter dieser endenden den ausgestorbenen Organismen. Nur dieser einen Ebene des Stammbaumes ist unser System entnommen, und aus der Gruppirung und gegenseitigen Entfernung der in ihr anlangenden Zweige, die uns in der Ebene nur als Gruppen von Punkten erscheinen, haben wir unsere verwandtschaftlichen systematischen Gruppen, die sogenannten Kategorien: Typus, Classe, Ordnung, Familie, Gattung und Art errichtet.

Da nun unser System aus einer den Stammbaum und dessen Aeste horizontal schneidenden Ebene resultirt, das angestrebte Ideal, Darwin's Natursystem, aber der Stammbaum selbst ist, so ist klar, dass ersteres nicht gleich dem letzteren sein kann und ebenso die in der Horizontalebene liegenden verwandtschaftlichen Gruppen in der darauf senkrechten Richtung ganz andere Beziehungen zeigen werden; d. h. die systematischen Kategorien existiren und erscheinen als besondere Verwandtschaftsgruppen nur in einer gegebenen Zeit oder Periode, während sie am Stammbaume in verschiedenen Perioden (Ebenen) vielleicht ohne Grenze ineinander fliessen und unberechenbar auseinander hervorgehen.

Mit der Descendenztheorie, nach welcher das Natursystem der Stammbaum ist, sind verschiedene Ansichten darüber entwickelt worden, ob die systematischen Kategorien gedacht oder gegeben seien. Die eine ist die, dass nur Individuen existiren, alle anderen Kategorien willkürliche Abstractionen des menschlichen Geistes seien (Claus); die andere erklärt die systematischen Kategorien als vorhanden und mit den Organismen und deren Weiterentwicklung und theilweisem Aussterben entstanden (Nägeli). Es heisst nach Letzterem: „Das Reale der systematischen Kategorien gründet sich auf die Descendenz der Organismen.“ Bei unveränderlich erschaffenen Arten würden die systematischen Kategorien will-

kürliche Abstractionen des menschlichen Geistes sein.

Diesen Ansichten gegenüber erklärt Möbius die Arten (p. 260) und ebenso die höheren systematischen Begriffe für zeitlich reale Regelmässigkeiten und nicht für willkürliche subjective Abstractionen (p. 261). Die höheren systematischen Begriffe sind Complexe, d. i. Gedankenverbindungen, denen aber concrete Dinge, nämlich die anschaulichen Individuen, zu Grunde liegen. Möbius hält aber, gegen Nägeli, Gattungen und die höheren systematischen Begriffe nicht für concrete Dinge; denn wären sie dieses, so müssten sie auch sinnlich wahrnehmbar sein, was doch nur Individuen oder Pflanzen- und Thierstöcke sind. (Spengel, Zoologische Jahrbücher I.)

Ich will hier aber sogleich bemerken, dass ein eben zur Untersuchung vorliegendes Individuum allerdings concret bleibt, der zoologische Individualitätsbegriff ist jedoch ebensowenig concret wie die höheren systematischen Begriffe, und ebensowenig sinnlich wahrnehmbar, obschon er real ist.

Hier als concretes Individuum stehend, bin ich allerdings sinnlich wahrnehmbar, aber kaum einer von den Anwesenden hat mich in allen Altersstufen gekannt. Es ist aber ebenso sinnlich wahrnehmbar, dass ich der kaukasischen Rasse angehöre, dass ich ein Mensch und nach dem Typus der Wirbelthiere gebaut bin.

Wir sind hier an gewaltigen Untiefen angelangt, über die wir uns mit Hilfe eines anderen Geistes hin-

weghelfen wollen, einmal, weil die Meinungen über die Vorstellung concreter und abstracter Begriffe sehr verschiedene sind, und zweitens, weil der Individualitätsbegriff in verschiedenen Abtheilungen des Thier- und Pflanzenreiches nicht so leicht festzustellen ist. Anderseits ist es doch nicht allein eine Abstraction des menschlichen Geistes, wenn nach mehreren Generationen ganz verschiedener Individuen wieder solche neuerdings verschiedene auftauchen, welche sich sofort aufsuchen, als zusammengehörige Geschlechter erkennen und die Formen der ersten vorhergegangenen Generation hervorbringen. Existirt das Band dieses Generationscyclus nur in der Vernunft des Menschen? Existiren alle die concreten einzelnen Formen nicht als ein sinnlich wahrnehmbarer Ring? Kann ich einen Bienenstaat nicht ebenso als ein Ganzes betrachten, einem polymorphen Thierstock ganz ähnlich, ist er nicht sinnlich wahrnehmbar?

Wenden wir uns an K. E. v. Baer und sehen wir, was er über die sinnliche Wahrnehmung sagt. Er bringt das Wahrnehmungsvermögen mit dem Pulsschlage und dem inneren Leben überhaupt in Verbindung. Da dieser das Grundmass des Lebens darstellt, so erleben Geschöpfe verschieden schnellen Pulsschlages in einer gegebenen Zeit mehr, wenn der Puls rascher, als wenn er langsamer geht und die Auffassung eine langsamere wird. Weil unser Grundmass klein ist, erscheint uns ein Individuum etwas Bleibendes in Grösse und Gestalt, wir sehen es in einer Minute viele hundert Male und sehen

keine Veränderung, obschon es in Wirklichkeit nicht unverändert geblieben ist — es ist eine Minute lang in der Entwicklung vom Keime zum Tode vorgeschritten. — Denken wir uns, sagt Baer, unser Pulsschlag ginge 1000mal so langsam, als er wirklich geht, und wir bedürften 1000mal so viel Zeit zu einer sinnlichen Wahrnehmung, als wir jetzt gebrauchen; dem entsprechend verliefe unser Leben auch nicht, „wenn's hoch kommt, 80 Jahre“, sondern 80.000 Jahre. Ein Jahr würde dann auf uns einen Eindruck machen, wie jetzt $8^3/_4$ Stunden. Wir sähen also in unseren Breiten im Verlaufe von wenig mehr als 4 Stunden unserer inneren Zeit die Veränderung der Jahreszeiten. Wir würden das Wachsen der Pflanzen wirklich sehen. In demselben Masse würden die Thiere uns vergänglich erscheinen, besonders die niederen, nur die Stämme der grösseren Bäume würden einige Beharrlichkeit haben.

Sehen wir diese Betrachtungen als schönes extremes Bild an, so müssen wir doch zugeben, dass auch das zoologische Individuum ein kaum vorstellbarer veränderlicher Gegenstand ist, wir dessen Veränderung in einem concreten Falle aber oft ebensowenig bemerken als die langsame Bewegung des Stundenzeigers einer Uhr. Wir halten etwas für ruhend, wenn wir nicht durch continuirliche oder besondere Betrachtung dessen Bewegung sehen. Wir erkennen unsere Bekannten scheinbar als unveränderliche Erscheinungen und kennen unsere Jugendgespielen dagegen nicht

wieder, wenn sie uns nach langer Trennung wieder begegnen. Auch die Vorstellung, die wir uns von systematischen Individuen machen sollen, muss sich aus den Lebensstadien derselben zusammensetzen, wenn sie eine vollkommene sein soll, da viele Charaktere derselben sich nur in bestimmten Lebensabschnitten zeigen, und auch hier wäre ohne geistige Arbeitsleistung unsererseits eine einheitliche Verknüpfung der einzelnen Phasen ausgeschlossen. Oder erkennen wir ohne Beobachtung der Entwicklung, dass Made und Fliege, Raupe und Schmetterling, Kaulquappe und Frosch etc. ein und dasselbe Individuum seien?

Wie viele Bilder von Individuen sehen wir bei Thieren, welche einen Generationswechsel durchmachen und erst nach verschiedenen Generationen die ursprüngliche Form erreichen, deren Nachkommen ganz verschieden aussehen und nur durch Aufgeben ihrer Individualität die reife Form erzeugen, oder bei Thieren, welche verschiedene Formen von Männchen und Weibchen in wechselnden Generationen zeigen? Alle setzen die Art zusammen durch Summirung der einzelnen verschiedenen individuellen Formen zu einem Gesammtbilde, wie wir es als höhere Individualität an einem Baume factisch vereinigt sehen. Existirt ein durch Beobachtung festgestellter temporärer Zusammenhang solcher individuellen Stadien oder solcher Generationskreise weniger in der Natur, als er sich dauernd bei einem Baume zeigt, dessen zahlreiche Generationen

sichtbar vereint geblieben sind? Oder erhalte ich eine Vorstellung eines Corallenindividuums bei Betrachtung eines Corallenstockes oder eines polymorphen Siphonophorenstockes, ohne die verschiedenen Individualitäten durch einen Denkakt zu einer höheren Individualität zu verbinden?

Es verhalten sich die getrennten Individuen eines Bienenstaates genau so wie Organe eines Individuums, oder wie die verbundenen Individuen eines polymorphen Thierstockes. Die Individuen, mögen sie vereint oder getrennt sein, wirken wie unter einem unsichtbaren Commando und sind nicht nach der Gleichheit und Aehnlichkeit vom Menschen zusammengruppirt, sie sind vielmehr einander oft ganz unähnlich, und Philosophiren allein ist ohnmächtig das Band herzustellen, das unsichtbare Band kann nicht erdacht, es muss durch Beobachtung gefunden werden. — Dem Laien wird die Individualität überhaupt nur dann klar, wenn er etwa ein vielgliedriges Ganzes als eine solche betrachten soll, wie einen Baum oder Thierstock, oder wenn er ein Thier vor sich sieht, welches durch Anwesenheit eines Kopfes eine Beziehung auf seine Individualität gewinnt, oder das durch seine Bewegungen ihm als ein Ganzes erscheint, obschon es manchmal ein Thierstock sein kann, z. B. eine Crystatella oder eine Pyrosoma. Er betrachtet daher das Individuum in der Regel ganz anders, als es die Systematik thut.

Bei höheren Thieren und Menschen gibt der Kopf mit seinem Gehirn den Massstab für die Indi-

vidualität ab. Bei kopflosen niederen Thieren ist es nicht leicht, Individuum und Organ zu unterscheiden, und man fasst an Thierstöcken die organartig wirkenden Individuen kraft ihrer Entstehung als solche auf, und weil sie sich oft ablösen und getrennt vom Stocke ein selbstständiges Leben führen können.

Wenn wir die Existenz der systematischen Kategorie durch unsere Vorstellung bedingt sein lassen, dann geht es dem zoologischen Individualitätsbegriff gerade so wie jenem der Art, Gattung etc.; denn man kann sich nur ein bestimmtes Individuum vorstellen in einem bestimmten Alter. Das Bild des ersteren setzt sich aber aus Entwicklungs- und Altersstufen zusammen, ist nach Möbius entweder das eines hermaphroditischen Thieres, oder eines Männchens oder Weibchens, oder das einer ergänzenden Form des Stockes oder Thierstaates, oder einem der verschiedenen Individuen eines Entwicklungskreises entnommen.

Die Art setzt sich aus Individuen des nächsten Verwandtschaftsgrades zusammen, aus Individuen, welche sich gegenseitig aufsuchen und als zusammengehörig erkennen; die Gattung wird aus Reihen von Arten gebildet, welche durch Fehlen von Verbindungsgliedern von anderen getrennt sind.

Die Annahme von den allein als concret vorhandenen Individuen und der Beweis dafür aus der alleinigen sinnlichen Wahrnehmbarkeit derselben schliesst die Constanz der individualisirten Form in sich, wie sie in der unorganischen Natur, im Krystall vorhanden ist.

In der organischen Natur gibt es aber, wie wir gezeigt haben, kein Beharren, Alles ist in fortwährender Veränderung und im beständigen Kreislauf begriffen.

Die Vorstellung eines veränderlichen Individuums setzt sich aber aus Bildern zeitlich getrennter Entwicklungsstufen derselben zusammen, verhält sich daher wie jene eines abstracten Begriffes. Jedes Individuum und folglich auch wir ändern uns von Moment zu Moment und rings um uns her folgt Generation auf Generation, und mit wenigen Ausnahmen sind alle die Menschen und Thiere, mit denen wir in unserer Jugend die Welt belebt sahen, im Alter längst in der Zeit durch andere ersetzt worden und von manchen niederen Thieren sind Hunderte und Tausende von Generationen an uns vorübergegangen. *Bemerkt man nun auch gar keine Veränderung an den Charakteren der uns umgebenden Organismen, sondern stets eine Wiederholung* derselben Formen und derselben Entwicklungsstufen, so *bilden diese Reihen von Generationen doch einen Theil des Stammbaumes,* also jener auf unser System senkrecht stehenden Fläche, *und wenn wir eine einzelne Art ins Auge fassen, so könnten wir vielleicht das Entstehen von Individuenreihen bemerken, welche wir als Rassen auffassen,* weil deren Entstehung und Züchtung nachweisbar ist. *Das führt uns zur Erkenntniss des Artbegriffes und der höheren Kategorien. Wenn wir Individuen mit gewissen Merkmalen als eine besondere Art betrachten,*

so setzen wir voraus, dass deren Herkunft von den zunächst ähnlichsten Individuen verwischt ist. Man soll daher sagen: Wir haben so und so viele Individuengruppen, von einander in der Jetztwelt natürlich getrennt, als Arten unterscheiden gelernt.

Man kann zwar für gewisse Formen von Individuen Arten aufstellen, ohne weiter über dieses Criterium der Herkunft nachzudenken, die Artnatur solcher Reihen verschwindet jedoch, sobald wir in der Jetztzeit den Zusammenhang mit anderen Formen nachweisen.

Das Verschwinden der Herkunft ist ein Beweis des alten Ursprunges einer Art und ermöglicht auch deren scharfe Begrenzung. In praxi darf aber der Missbrauch von dem Errichten neuer Arten nicht einen Beweis für die Nichtexistenz der Arten abgeben oder ganz ebenso begründeter höherer systematischer Kategorien.

Wenn ich sage: In einer bestimmten Periode hat es Ammoniten gegeben und dieselben charakterisire, so muss ich mir dieselben auch vorstellen können, und sie haben auch existirt. — Mit Sicherheit können wir nur dann eine Reihe ähnlicher oder auch verschiedener Individuen als solche einer Art erklären, wenn durch Beobachtung festgestellt wurde, dass alle diese Formen von einem Paare oder einem zwitterigen Individuum hervorgebracht wurden oder durch Knospung oder Theilung von ähnlichen Individuen entstanden sind

und wieder Reihen gleichartiger Individuen erzeugen können.

Die Thatsache, dass die Zoologen, auch ohne diesen schwierigen Nachweis, fortwährend neue Arten und Gattungen aufstellen, beruht auf einem durch Erfahrung erworbenen Takt, die an den Thieren sichtbaren Charaktere als solche von Artunterschieden zu erkennen, oder als Abweichungen, welche an (nach obigem Satze) beobachteten Individuenreihen einer Art nicht in solchem Grade vorkommen. Man substituirt daher für beobachtete Formen ähnliche Abstufungen zeigende andere, deren Beobachtung nicht möglich war.

Wenn daher bei der Aufstellung neuer Arten oft Irrthümer unterlaufen, da sie ohne Beobachtung von subjectiver Auffassung abhängig ist, so wird damit doch nicht widerlegt, dass in der Natur objective Arten existiren, d. h. Individuenreihen, welche nicht nur durch viele Merkmale scharf charakterisirt sind, sondern auch sich gegenseitig aufsuchen und sich von anderen Individuenreihen derart trennen, dass zwischen denselben meist eine gewisse Scheidewand besteht, die bei niederen Thieren oft eine mechanische, bei höheren aber meist eine psychische zu sein scheint. Diese Scheidung beginnt schon bei den Rassen und wird bei der Art ein Massstab zur Erkenntniss ihres Verwandtschaftsgrades mit anderen Arten. Je leichter dieses Hinderniss überschritten wird, desto näher stehen solche Arten noch den Rassen und sind viel-

leicht anderen gegenüber als solche anzusehen. — Es ist zwar logisch richtig, zuerst niedere Begriffe aufzustellen und dann aus diesen höhere Begriffe abzuleiten, das ist aber nur der Weg, um überhaupt ein System zu bauen oder ein Fachwerk um alle Objecte einzureihen. Die Objecte selbst aber werden als neue Arten, Gattungen oder Familien etc. aus dem Werthe ihrer Charaktere erkannt, aus welchen die Differenz von bekannten Formen ersichtlich wird, und insoferne sie eine ganz neue Familie oder Ordnung bilden, deren verwandte Arten und Gattungen bis auf diese eine verschwunden sind, fällt hier das Bild des concreten Individuums mit dem der Familie oder Ordnung zusammen, während jedoch das der Arten und Gattungen dieser Ordnung davon nicht getrennt werden kann. Der Systematiker erhält daher die höhere Kategorie gar nicht durch Vergleich der niederen Begriffe, die ihm, obwohl sie einst vorhanden waren, hier ganz unbekannt bleiben. Es folgt hieraus aber, dass die systematische Stellung und die Kategorie, welcher ein Thier zugehört, aus seiner gesammten Organisation geschöpft wird.

Das natürliche System der Organismen entspringt keiner wie immer gearteten Sortirung derselben nach äusserlichen Besonderheiten, sondern der Erkenntniss innerer Verwandtschaft verschiedener Grade morphologischer Entwicklung und kann daher auch nicht einem handwerksmässigen Beschreiber als reife Frucht in den Schooss fallen. Es ist nicht das Resultat planlos gehäufter

Beschreibungen, sondern jenes von planvoll angelegten Beobachtungen, von Erwägungen über natürliche Vorgänge, philosophischen Abstractionen aus wissenschaftlich systemisirten Erfahrungen. In diesem Sinne erheischt der Aufbau des natürlichen Systems die Bethätigung derselben intellectuellen Kräfte, welche die gegenwärtig als exact bezeichneten Wissenschaften zu einem die descriptiven Disciplinen nach der Meinung Vieler qualitativ überragenden System von Erkenntnissen gemacht haben, obgleich ihre Exactheit nur in der Form, nicht in der Art ihrer Erkenntnisse gelegen ist. (Confer. Pagenstecher, Allgemeine Zoologie, ferner: O. Simony in diesen Schriften, 1886.) Weil aber das natürliche System der Organismen natürliche Vorgänge als Grundlage hat (Nägeli), so kann es nichts Künstliches sein, es kann nichts Subjectives sein, sondern es muss objectiv und einer steten Weiterentwicklung fähig sein.

Ich habe dieses hier erwähnt, um zu zeigen, dass die Ansicht, man müsse Artbegriffe aus dem Grunde feststellen (induciren), um eine Grundlage für die höheren systematischen Begriffe zu erlangen, nur bei solchen Thieren eine praktische Bedeutung gewinnt, bei welchen die Beobachtung über die Zusammengehörigkeit oder Verschiedenheit der Individuen noch so lückenhaft ist, dass sie nur eine künstliche Artbegrenzung erlauben. Wo jedoch das Letztere nicht der Fall ist, wo wir die Art aus der Beobachtung deducirt haben, resultirt der Gattungsbegriff für mehrere

solche Arten aus ihrer durch die Zeit oder den Raum gegebenen Isolirung von anderen Artenreihen.

Sehr häufig wurde der Gattungscharakter für jenen der Art gehalten, und eine einzige Art alter Autoren bildet heute eine Gattung mit zahlreichen Arten und ebenso erscheint manche Gattung alter Autoren heute als Familie, und zwar nicht etwa weil man willkürlich den Werth der Abstufungen verschoben hat, sondern weil die Beobachtung und Untersuchung gelehrt hat, dass wirklich so viele scharf geschiedene und unvermischbare Arten vorhanden sind, und weil man ebenso die früheren Gattungen in zu grossem Umfange genommen und zu viel Heterogenes vereinigt hat. Man hat, kurz gesagt, gerade den Speciesbegriff erst in der Neuzeit richtig erfasst und vordem mit dem Worte „Abart“ offenkundigen Missbrauch getrieben. Wir haben nicht das Recht, das, was durch einen Naturprocess allmälig differenzirt worden ist, so zu betrachten, als ob es jeden Augenblick wieder zusammenfallen könnte, oder wohl gar deshalb weniger Arten anzunehmen, weil man sich so viele nicht merken könne. Wir sind nicht im Stande, die Artenzahl willkürlich einzuschränken, wir sind aber gezwungen und müssen so und so viele Formen als bestimmt getrennte Individuenreihen (Arten) unterscheiden, weil sie vorhanden sind. — Durch die genauere Feststellung der Artcharaktere sind in der Neuzeit am auffallendsten die Gattungen vermehrt worden.

Wir bringen für die Realität der höheren systematischen Kategorien folgenden Vergleich: Tage und Jahre sind abgegrenzt durch den Abschluss und Wiederbeginn einer wirklich vorhandenen Rotationsbewegung; höhere Begriffe, z. B. ein Lustrum, Säculum, sind keine in der Natur vorhandenen Abschnitte, sondern menschliche Abstractionen. Von den Individuen, die sich wie Tage, und von den Rassen und Arten, die sich in ihren Zeugungskreisen wie Jahre wiederholen, unterscheiden sich die höheren systematischen Begriffe aber nicht so wie die genannten willkürlich abstrahirten Zeitabschnitte; denn Gattungen etc. etc. sind scharf durch die Zeit abgetrennte Artenreihen, die also durch einen Naturprocess, das Aussterben der Verbindungsglieder entstanden sind, nicht durch menschliche Abstraction. Die systematischen Kategorien sind, insofern man deren Anzahl und graduelle Abgrenzung als solche in Betracht zieht, künstliche Abstufungen und Abstractionen, die Objecte aber, die sie enthalten, bilden reale, in der Zeit begrenzte Formenreihen, an welchen man ein Entstehen, Aufblühen und Erlöschen als Zeichen ihrer Existenz nachweisen kann.

Arten einer Gattung und Gattungen einer Familie etc. zeigen einen gemeinsamen Habitus, und es ist gemeinhin dieser, welchen der Laie als Bild der Art etc. auffasst, z. B. bei einem Rhinoceros,

einer Ente, einer Schildkröte. Ein Erkennen der Art beruht auf besonderer Erlernung. — Jedes Kind würde ein Zebra für ein Pferd erklären, und nur weil es sich gewöhnt hat, gestreifte Pferde Zebra zu nennen, wird die Art annähernd erkannt. Wer zum ersten Male ein Pferd sieht, wird nicht die individuellen Charaktere, sondern zunächst den Ordnungscharakter der Solidungula auffassen. Wenn wir aus einer Gruppe eine besondere Gattung ausscheiden, die uns nur in einem Individuum vorliegt, so erkennen wir nur den Gattungscharakter, weil wir gar nicht wissen, in welcher Weise sich die Arten unterscheiden werden, und ganz zuletzt sind wir im Stande, z. B. bei einer Heerde gleichfarbiger Pferde auch die individuellen Unterschiede zu erkennen. Die Vorstellung der Art fällt nur so lange mit jener der höheren Kategorie zusammen, als uns letztere, wie oben schon gesagt wurde, nur in Einer Art bekannt ist, z. B. bei der Giraffe, weil uns hier die Art- und Gattungsunterschiede eigentlich verloren gegangen sind, insofern die verwandten Formen ausgestorben sind. Umgekehrt gehen die Gattungs- und Artunterschiede erst aus der genauen Untersuchung hervor in Gruppen, wo viele Formen erhalten geblieben sind, z. B. bei Hirschen und Antilopen. — Die Erscheinung eines Thieres gibt uns daher nicht das Bild eines systematischen Individuums, sondern etwas viel Allgemeineres, das eines concreten Individuums, an dem wir die Charaktere der niederen systematischen Kategorien erst

von den höheren unterscheiden lernen müssen. Allerdings kann in obigen Fällen nur Ein Individuum sichtbar gewesen sein, aber die Beobachtung und Untersuchung lehrt uns gewisse Charaktere an einem gegebenen Individuum nicht als individuelle, sondern als solche einer Art oder Gattung oder von höherem Range aufzufassen. Die Natur erzeugt nicht sprungweise disparate Formen, diese werden vielmehr durch Aussterben ihres Verwandtschaftskreises in einer gewissen Periode von allen anderen Formen getrennt und erscheinen uns dann räthselhaft. Schon aus dieser Darstellung geht aber hervor, dass wir es hier mit keiner speciellen Abweichung zu thun haben. Wir rechnen den *Apus* heute nicht mehr zu den Myriopoden als *Scolopendra aquatica,* sondern zu den Krebsen, weil er keine Tracheen, sondern Kiemen besitzt und seine Entwicklung mit dem *Nauplius* beginnt. Wir haben aus der Beobachtung entnommen, dass solche wichtige Verschiedenheiten in der Organisation und Entwicklung nicht individuelle Abweichungen sein können, ebensowenig generelle oder solche von Ordnungen, sondern solche von Classen. Es kann daher eine Ordnung und eine Classe und ebenso eine Gattung erst erkannt und als solche wissenschaftlich wahrgenommen werden, sobald die Charaktere einer Gruppe von Verwandten des ersten, zweiten, dritten oder *n*-ten Grades durch Beobachtung festgestellt wurden, für jede der Grad ihrer Differenzirung und der Oscillationsamplitude ihrer Merkmale erkannt

worden ist. Ein Gleichartigkeitsgefühl von räthselhaftem Ursprunge führt bei Thieren die nächsten Blutsverwandten zusammen, und trotz ihrer oft sehr grossen Verschiedenheit finden sie sich, während der Mensch dieselben erst aus der Beobachtung als zusammengehörig erkennen kann. Arten sind daher durch Deduction erkannte reale Gruppen zunächst blutsverwandter Individuen. Die reine Abstraction aus der Untersuchung einzelner Individuen führt in vielen Fällen gar nicht zur Erkenntniss einer Art oder einer höheren Kategorie.

Es handelt sich hier auch gar nicht um die sinnliche Wahrnehmung eines einzelnen concreten Gegenstandes, oder um die Construction einer Abstraction auf Grundlage einzelner verschiedenen concreten Gegenstände, sondern um das Erkennen gewisser beharrender Bewegungstypen von periodischem Charakter, die, insofern sie die Formen der in Betracht gezogenen Wesensreihen bestimmen, auch durch diese in Erscheinung treten.

Linné und seine Schüler sehen die Arten als reale unveränderliche Erscheinungen an. Dem Dogma von der Unveränderlichkeit der Art ist die Ueberzeugung an die Seite zu setzen, dass seit menschlicher Aufzeichnung die Arten constant geblieben sind und deren Veränderlichkeit nur einerseits durch Rassenzüchtung und andererseits durch die paläontologischen Funde zur Erscheinung kommt. Die Kategorien erscheinen uns thatsächlich als erschaffen, weil ihr

Werden sich nicht vor unseren Augen vollzieht. Die realen Grenzen der systematischen Kategorien liegen in der Zeit. Durch das Aufhören realer Verbindungsglieder entstehen aus Rassen Arten, aus diesen Gattungen u. s. f.

Aus dieser Auffassung der Art und der höheren Kategorien geht aber hervor, dass mit dem Nachweise des genealogischen Ursprunges Kategorien verschwinden und daher insoferne ein bestimmtes System nur in einer horizontalen Ebene existiren kann, d. h. nur für den in Betracht gezogenen Zeitabschnitt feststellbare Kategorien zeigt, und dass letztere allmälig vereinigt und degradirt werden oder wohl auch ganz andere Gruppen erscheinen, wenn wir in frühere Perioden zurückblicken, d. h. am Stammbaume herabrücken. Mehrere Arten werden eine Art, ebenso mehrere Gattungen eine Gattung, schliesslich mehrere Familien, Ordnungen und Classen eine einzige, bis weiter in manchen Typen nur viel weniger Arten, Gattungen etc. Classen überbleiben, während in anderen in allen Punkten das Umgekehrte stattfinden kann.

Jedes zoologische System ist daher nur der wissenschaftliche Ausdruck für eine bestimmte Entwicklungsphase der Genealogie der Thiere und hiedurch wird die Systematik zur Pfadfinderin der Letzteren.

Es ist daher der *Planorbis multiformis* Hilgendorf's ein sehr schlechtes Beispiel für die Artbe-

grenzung, da seine verschiedenen Formen zu verschiedenen Zeiten lebten[1]) und es nicht erweislich ist, ob dessen äusserste Formen sich noch fruchtbar vermischen könnten und sich nicht vielmehr wie getrennte Arten verhalten. Nur der Ursprung verschiedener Arten von einer vorhergegangenen lässt sich genealogisch erweisen, die daraus hervorgegangenen differenten Arten aber lassen sich, als einmal verschieden, nicht wieder vereinigen und haben sich selbst von einander bleibend getrennt. Mit jener Consequenz würden wir bald alle Kategorien vereinigen müssen. — Wenn alle Formen des *Planorbis multiformis* darum Eine Art bilden sollen, weil ihre Abstammung nachweisbar geworden, dann möge man uns sagen, warum wir heute noch Pferde und Hipparien und diese und Paläotherien unterscheiden, warum wir noch Reptilien und Vögel, Fische und Amphibien belassen. Wohl aus dem Grunde, weil unser zoologisches System nicht die Genealogie der Thiere ist, sondern nur die unserer Beobachtung sich darbietende Phase derselben, die uns am besten bekannt ist und von der wir auf vergangene Phasen schliessen, ohne mit Sicherheit über die bestimmte Entstehung der systematischen Kategorien mehr zu wissen, als was wir aus der Bildung

---

[1]) Hiemit darf aber nicht verstanden werden, dass Arten oder Gattungen in Zeit und Raum gleichmässig beschränkt sein müssen und nicht eine oder die andere sich ganz verschieden von den anderen verhielte.

der Rassen bei höheren Thieren und aus der Ontogenese entnehmen können. Ob nicht ganz verschiedene Factoren bei der Bildung der höheren Kategorien in Betracht kommen, ist uns ganz unbekannt und habe ich in dieser Hinsicht bereits früher hervorgehoben. Wir unterscheiden die Kategorien dann scharf, wenn, wie wir glauben, die Zwischenformen verloren gegangen sind, indess ist es wahrscheinlich, dass nicht alle Abstufungen des Systems durch solche verbunden waren, d. h. durch selbstständige Thierformen, sondern die Uebergangsformen oft nur als Embryonen oder Larven verborgen blieben. Die systematischen Kategorien repräsentiren unter dieser Annahme die unter gegebenen Verhältnissen als selbstständige Organismen möglichen Formen. Auch können verschiedene Entwicklungsrichtungen auf verschiedenen Stufen einander Aehnliches zur Erscheinung bringen, obschon zwischen diesen niemals Verbindungen vorhanden waren, sondern die Aehnlichkeit auf die gleiche Stammform oder andere Momente zurückgeführt werden muss. — Andererseits ist die poly- und diphyletische Abstammung, die für einige Thiergruppen und Gattungen nachzuweisen versucht worden, sehr wahrscheinlich und ein Beweis, dass Stammbäume nicht aus Ideen construirbar sind.

Die Entwicklung jedes Individuums soll uns ein freilich sehr oft ungenügendes, sehr modificirtes und zuweilen auch verzerrtes Bild der Genealogie geben, aber sie leitet zur Erkenntniss der Linie des Stamm-

baumes, welche oft weit getrennten Gruppen dereinst gemeinsam war.

Da uns nun von verschiedenen Perioden der Entwicklung des ganzen Thierreiches einzelne Formen bis heute lebend erhalten geblieben sind, so wiederholen sich in der jüngsten Periode gleichsam horizontal die Entwicklungsgrade, wie sie vertical am Stammbaume und dessen verschiedenen Zweigen nach einander erschienen sein mögen, nur dass sie dort scharfbegrenzte Gruppen darstellen, die oft durch weite Lücken getrennt sind, während sie am Stammbaume aus einer ursprünglich homogenen Grundmasse herausdifferenzirt werden.

Im Systeme werden die Thiere durch bestimmte Charaktere, aus denen wir auf deren Verwandtschaft schliessen, in Gruppen (Kategorien) getrennt, am Stammbaume werden diese Gruppen zu verbinden gesucht. Die Trennungsmerkmale sind vorhanden, die Verbindungsstufen sind nur erdacht.

Es ist aus diesem Verhältniss der Systematik zum Stammbaume oder der Genealogie leicht zu entnehmen, was eigentlich die Aufgabe jedes Systems ist; denn nur durch genaue Kenntniss der lebenden Formen können wir einen Schluss auf früher vorhandene Formen machen, und nur indem wir die jetzt lebenden verwandtschaftlichen Gruppen erkennen, werden uns die ausgestorbenen verständlich. Es ist aber ein ganz falscher Vorgang, ausgestorbene Geschlechter in ein System der lebenden Formen so einzu-

schalten[1]), dass sie heute getrennt bestehende Arten, Gattungen oder Ordnungen etc. vereinigen, d. h. aufheben; denn sie erklären ja nur deren Entstehung, heben aber die entstandenen neuen Gegensätze nicht auf. — Die Paläontologie hat das zoologische System zu ergänzen, die verwandtschaftlichen Beziehungen der lebenden Formen dadurch klarzulegen, hat aber die verschwundenen Thierformen in so viele Systeme zu bringen, als sie geologische Horizonte unterscheidet und Formen sonst erloschener Classen nicht in solche der Jetztzeit einzupassen *(Limulus)*.

Nur die Grundsätze der Systematik bleiben dieselben, es wird überall Arten, Gattungen etc. bis Typen geben, aber die Anzahlen, der Inhalt und die Charaktere derselben werden wesentlich verschieden sein. Solche Systeme können wohl heute nur fragmentarisch hergestellt werden, aus Mangel an paläontologischen Resten, sie würden aber einigermassen ein Bild des angestrebten Ideals, des Stammbaumes liefern.

Indem wir die systematischen Kategorien auf ihren Ursprung untersuchen, vereinigen wir sie am Stammbaume, und je deutlicher dieser hervortritt, desto mehr verschwinden die Gruppen des zoologischen Systems; je besser wir aber durch Beobachtung und Untersuchung die Verwandtschaft der lebenden Formen

---

[1]) Damit soll aber keineswegs gesagt sein, dass nicht auch nebstdem dieselben Gattungen etc. in mehreren Horizonten wiederkehren können.

kennen lernen, desto deutlicher wird auch ihr Ursprung und desto früher werden wir erkennen, ob unser Ziel nur in uns oder in der Natur vorhanden ist.

Es kann nicht geleugnet werden, dass, seit dem Wiedererwachen der Descendenzlehre durch die Selectionstheorie Darwins, von den Zoologen System und Genealogie mit Unrecht für ein und dasselbe gehalten werden. So umfasst der Begriff Solidungula die Ordnung der Einhufer, während der Begriff Perissodactyla ein Phylon darstellt, durch welches mehrere Ordnungen verbunden werden. Ein Phylon stellt uns aber keine systematische Kategorie im Sinne von Typus, Classe etc. dar, sondern wiederholt sich bei jeder systematischen Kategorie; es gibt ein Phylon der Rassen, der Arten, der Gattungen und zuletzt der Typen. In einer früheren Erdperiode, in denen sich die Vorfahren der Pferde, Tapire und Rhinoceronten näher standen und keiner derselben diesen jetzigen Gruppen entsprach, würde das Festhalten einer Ordo für dieselben möglich gewesen sein, heute aber ist die Divergenz eine zu grosse, und die Verbindung der Formen ist verschwunden.

Da die jetztlebenden Thiere in jeder Richtung erforscht werden können, also in morphologischer, anatomischer, physiologischer, ontogenetischer Richtung etc., so werden sie die breite Basis abgeben, von welcher ausgehend wir zu rechnen haben.

Das Resultat solcher Untersuchungen ist ein System der Formen einer Entwicklungsphase am Stamm-

baume. — Die Abstammung der Rassen können wir noch verfolgen, die der Arten und höheren Kategorien nur erschliessen. — Wenn wir die geologischen Horizonte von der Jetztzeit zurück verfolgen, so sehen wir zunächst andere Rassen der jetzt lebenden Arten, dann andere Arten der jetzt lebenden Gattungen u. s. f. bis zu den Typen und zugleich in verschiedenen Horizonten manche Kategorie ärmer, manche reicher an Formen, ferner ganz neue, jetzt nicht mehr vorhandene Gruppen, die entweder vollkommen erloschen sind oder sich als Mischformen heute getrennter Gruppen erweisen. So gab es eine Zeit, in welcher noch keine Vögel, eine, in welcher noch keine Säugethiere, eine solche, in welcher noch keine Reptilien und eine, in welcher noch keine Amphibien vorhanden waren. Zwischen diesen Perioden aber finden sich, wenn auch spärlich, Typen von Zwischenformen, aus welchen die Scheidung von Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren erschlossen werden kann. Solche Zwischengruppen entsprechen aber nicht den heutigen verwandtschaftlichen Gruppen des Systems, sondern besonderen Gruppen, aus deren Expansion durch alleinige Erhaltung der differentesten Formenreihen sich wahrscheinlich die jetzigen Gruppen abtrennten. Die Zwischengruppen bilden Durchgangspunkte für verschiedene Entwicklungsrichtungen, so dass ein System eines früheren Horizontes ganz anders zu charakterisirende Kategorien oder verwandtschaftliche Thierformen enthält als das des jetzigen.

Das jetzige System steht auf realer Basis; denn wir gruppiren nach obgenannten Forschungsrichtungen durch die grösste systematische Aehnlichkeit, die gar nicht die Erscheinung zu decken braucht, die Thiere in verwandtschaftliche Reihen. Der Stammbaum bleibt aber stets hypothetisch, weil die wirkliche Abstammung der Formen nur erschlossen werden kann, und wenn sie auch erwiesen wäre, nicht in der von uns für gewisse Formen angenommenen Weise erfolgt sein muss.

Es muss aber hiebei wiederholt werden, dass bei den Naturforschern sehr verschiedene Ansichten über das herrschen, was als Classe, Ordnung, Familie oder Gattung innerhalb eines Kreises zu betrachten sei.

Eine Gleichförmigkeit in dieser Hinsicht zu erreichen wäre nicht ausgeschlossen. Wenn wir die Variationsamplitude der Formen innerhalb eines Kreises erkannt haben, dann führt die Grösse des Unterscheidungsmerkmales einer Form oder einer Reihe von Formen von den anderen zur Erkenntniss, ob die Trennung dieser Form oder Reihe eine kürzlich erfolgte oder eine längst geschehene sei, ob wir eine kleine oder grosse Lücke in den Formenreihen sehen, oder ob wir im gegebenen Fall eine Ordnung, Familie oder Gattung etc. anzunehmen haben. Jede systematische Kategorie umfasst nur die ausser Verbindung mit den anderen nächsten Verwandten getretenen Formenreihen. Gattung ist z. B. eine mit anderen Reihen

ausser Verbindung gesetzte Artenreihe. Immer ist aber hiebei zu berücksichtigen, dass alle systematischen Kategorien nur von uns erkannte Entwicklungsstufen darstellen, und dass die gleichen derselben wohl oft durch directe Blutverwandtschaft und Abstammung entstanden sein können, aber ebenso auf anderem Wege und mit verschiedenen Zwischenstufen erreicht worden sein konnten (diphyletische Abstammung), und dass darum auch das System und dessen Gruppen nicht den Stammbaum, sondern nur je eine Entwicklungsphase desselben darstellen kann. Der systematische Name vereinigt daher nur Thiere grösster Aehnlichkeit und gleicher Organisationsstufe, aber nicht mit Sicherheit Thiere mit vollkommen gleicher Abstammung. (Syst. Zool. Stud., p. 265.) — Der Begriff (Art und Gattung etc.) steht hiernach gewissermassen ausserhalb des Stammbaumes und ist jener einer bestimmten Organisationsstufe, so wie der Begriff Larve, aber er ist nicht ausschliesslich künstlich, weil ein und dieselbe Gattung auch auf verschiedenen Wegen und mit verschiedenen Zwischenstufen, doch nur aus einer Wurzel von zwei getrennten Formen erreicht werden kann und einen Ausgangspunkt haben muss.

Die Gleichwerthigkeit der systematischen Kategorien in den verschiedenen Typen lässt sich annäherungsweise bestimmen, wenn wir von den Rassen zu den Arten u. s. w. aufsteigen, deren Herkunft uns näher bekannt ist. Ein Vergleich der höchsten Formen der verschiedenen Typen der Arthropoden und Verte-

braten gibt uns sehr bald die Ueberzeugung, dass die gleichnamigen Kategorien beider eigentlich ungleichwerthig sind. Gelingt es uns nur nachzuweisen, dass zwei Formen näher dem Trennungswerthe zweier Rassen als zweier Arten stehen, dann haben wir in einem der beiden Kreise schon alle Kategorien verschoben. So ist nicht zu leugnen, dass es viel häufiger im Kreise der Vertebraten beobachtet wird, dass dort sogenannte Arten sich vermischen und sogar fruchtbare Nachkommen erzeugen, als bei den Arthropoden in specie deren höchsten Formen, den Insecten, obschon viele Forscher aus Bequemlichkeit geneigt sind, gerade die Artunterschiede der letzteren für unvollkommenere zu halten. Es mag das Letztere in einigen Abtheilungen der Fall sein und dürften wir es dort mit Localvarietäten zu thun haben, wie z. B. bei den Rhopaloceren der *Priamus*-Gruppe, den *Saturnia*-Arten und Zygänen, in anderen Abtheilungen und Ordnungen aber stehen die Arten einander weit ferner als bei Wirbelthieren, z. B. bei Trichopteren, Dipteren, Neuropteren, Coleopteren (soferne sie nicht auf der Basis der Händler errichtet wurden). In Folge der geringen Artdifferenz stehen aber auch die Genera der höheren Wirbelthiere einander weit näher als bei den Insecten und sind Vermischungen mit fruchtbaren Nachkommen selbst hier noch zu verzeichnen. Beispiele für Arten und Gattungen: Pferd und Esel, Esel und Zebra, Schaf und Ziegenarten je untereinander, Auerhahn und Birkhuhn, verschiedene Finken- und Entenarten; Löwe und

Tiger, Hund und Wolf, die domesticirten Nachkommen von *Bos primigenius* Cuv., *longifrons* Ow. und *frontosus* Nils. u. a., so dass uns einige Säugethiergattungen und Arten der älteren Autoren erst nahezu gleichwerthig mit den modernen Insectengattungen und Arten erscheinen. Ebenso im Zusammenhang mit der nahen Verwandtschaft gewisser Säugethierarten steht die wiederholt hervorgehobene Abstammung einer domesticirten Art oder eines Hausthieres und seiner Rassen von verschiedenen, also mehreren wilden Stammarten, wie der obige Fall beim Rinde und der neuerlich hervorgehobene Fall beim Hunde. Die sechs Gruppen der Hunderassen stammen nach H. v. Pelzeln von vier wilden Arten ab, während für eine der Stamm nicht nachgewiesen ist und eine auf eine fossile Art zurückgeführt wird. Die Abstammung Einer Art von mehreren lässt sich, will man nicht Semper's oder Carl Vogt's Ansicht theilen, sehr leicht erklären, wenn man mit Möbius alle zusammen als Formen Einer Art erklärt oder für Rassen, deren Trennungswerth so gering war, dass sie sich sofort wieder kreuzen konnten und nur unter veränderten natürlichen Bedingungen und Gewohnheiten, sowie anderer Verbreitung entstanden und erhielten (Rückfälle der Rassen zur Stammrasse, oder rückfällig gewordene Keime neuer Arten). Auch Möbius erklärt gegenüber Darwin die drei Stammarten des Hausrindes als Eine Art, weil sich deren domesticirte Nachkommen nach Darwin selbst fruchtbar vermischen.

Leitet man, nach v. Pelzeln, die wolfsartigen Hunde (1) vom Wolf *(Canis lupus)*, die spitzartigen (2) von einer ausgestorbenen quaternären Art, die schakalartigen (3) vom Schakal (*Canis aureus* Pall.), die Windhunde (4) von einer zweiten Schakalart (? *Canis simensis* Rpp.) und die indisch-oceanischen Hunde vom indischen Wolf *(Canis pallipes* Syk.) ab, dann muss man folgerichtig Wolf, Schakale und indischen Wolf für Eine Art erklären. — Dehnen wir diese Schlussweise auf andere Gruppen aus, so erscheinen alle Ziegen-, alle Schafarten, viele Schweinearten, viele wilde Rinderarten nur als Rassen je einer Art, und das, was wir Gattung oder Untergattung genannt haben, wird zur Art degradirt. Aus so vielen bekannten Grössen lassen sich aber Schlüsse auf unbekannte machen.

Haben wir experimentell die Artengrenzen festgestellt, so sehen wir auch die Stufen der Verschiedenheiten und erkennen innerhalb verwandter Formen den Trennungswerth der Rassen. Wir sind bei dem durch reiche Untersuchung erlangten Takte alter Systematiker angelangt, und wenn wir die Richtigkeit ihrer Handlungen auch nicht haarscharf beweisen können, so sind wir doch im Stande, mehr Belege dafür als dagegen zu bringen. Wenn Giebl sagt: Ziegen und Stiere sind in jeder Beziehung viel näher verwandt als Giraffen, Hirsche und Kameele, so hat er damit natürliche Gruppen bezeichnet, deren Trennungswerth ein sehr grosser ist und zwischen welchen niemals eine Vermischung beobachtet wurde. Ebenso wissen

wir, dass die Trennung dieser Formen eine ältere ist. Vergleichen wir aber die Ordo Wiederkäuer mit einer Gruppe der Insecten, so finden wir schon ebenso hohe Trennungswerthe in einer einzigen Familie, z. B. bei den Lamellicorniern, und in dieser würden die Werthe der Unterfamilien jenen der Familien der Wiederkäuer entsprechen. Die Dynastiden, Melitophilen, Phyllophagen, Coprophagen, Arenicolae und Pectinicornia entsprechen ebenso getrennten Stämmen und, vielleicht mit geringer Reduction, ebenso weit getrennten Formen als die Familien der Ruminantia. Demzufolge entspricht aber die Ordo bei Säugethieren nicht einer Ordo bei Insecten.

Wollen wir daher Gruppen von nahezu gleichem Trennungswerth finden, so müssen wir den bestehenden Rang für gewisse Gruppen ausser Acht lassen; denn dieser ist nur aus der Ansicht der Autoren hervorgegangen, während die Abtrennung und Verschiedenheit der Formen in der Natur begründet ist und aus der Untersuchung allmälig abgeleitet werden kann. Man wird leicht zur Ansicht kommen, dass die Insectenordnungen, und auch wenn wir deren sechzehn oder siebzehn unterscheiden, noch stets weiter von einander getrennt erscheinen als viele der Säugethiere und den Werth von Classen zu haben scheinen, wie derselbe bei Wirbelthieren aufgefasst wird.

Selbstverständlich ertheilen wir einer Classe nie einen bestimmten, sondern einen relativen Werth, obschon es üblich ist, gewissen Modificationen des Körper-

baues und der Function der Organe den Werth von Classenmerkmalen zuzuschreiben. — Wir sehen aber aus neueren Forschungen, dass die Zahl der Classen viel zu gering genommen ist und in der Folge eine bedeutende Vermehrung erhalten wird, was ebenso aus den obigen wenigen Beispielen entnommen werden kann. Was für Insecten zutrifft, trifft auch für Crustaceen, Würmer u. A. zu und ebenso brechen auch schon heute die Classen der höheren Thiere in mehrfache Stämme auseinander. Man möchte sagen, die höheren systematischen Kategorien sind nur dann vorstellbar, wenn sie aus der menschlichen Anschauung hervorgegangen sind, nicht aber als natürliche Verwandtschaftsgruppen, für die der Eindruck aus reicher Untersuchung erlernt werden muss. Das Bild eines Vogels ist nicht das Bild einer natürlichen verwandtschaftlichen Gruppe von Thieren, denn die Classe der Vögel entstammt einer doppelten Wurzel, und ebenso unklar wird die Wurzel der Säugethiere, wenn wir die Beutelthiere und Monotremen als eigene Classen trennen und die Phyla von den höchsten Formen zurückverfolgen. Die Bilder und Namen der placentalen Säuger erscheinen uns wieder bei den aplacentalen, zum Beweis, dass unsere Vorstellungen und Bilder von natürlichen Gruppen naher Blutverwandtschaft Täuschungen und Trugbilder sind und uns die Criterien der wahren Verwandtschaft ohne Untersuchung und Beobachtung verhüllt bleiben.

Wir haben in allen diesen Fällen angenommen, dass es sich nur um natürliche systematische Gruppen handelt, nicht aber um solche, welche, obgleich in vielen zoologischen Werken enthalten und angenommen, unnatürlich (künstlich) sind. Unter letzteren verstehen wir Gruppen von Thieren, welche durch ein gemeinsames Merkmal vereinigt wurden und z. B. eine Gattung bilden, ohne dass dabei zu erweisen versucht wurde oder erwiesen werden kann, dass diese Thiere auch wirklich verwandt seien. Thiere, welche also durch ein künstliches Merkmal und kein verwandtschaftliches vereinigt wurden, bilden nun eine künstliche Gattung. Derlei Gattungen, Familien etc. gibt es viele in der Zoologie, sie werden aber stets erkannt, sobald deren Inhalt nach den verschiedenen Richtungen untersucht werden kann, und sind somit ein gewaltiger Beweis für die reale Existenz natürlicher Gattungen etc.

Ueber die nyctitropischen Bewegungen der Perianthien

(Blumenschlaf).

Von

PROF. DR. ALFRED BURGERSTEIN.

Vortrag, gehalten den 30. März 1887.

Mit vier Abbildungen im Texte.



Die mannigfaltigen Bewegungserscheinungen pflanzlicher Organe lassen sich, von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet, in mehrfacher Weise unterscheiden und vereinigen. Zahlreiche experimentelle Untersuchungen haben gelehrt, dass gewisse Bewegungsformen in die Kategorie der Wachsthumserscheinungen gehören. Bringt man beispielsweise ein im Dunklen erzogenes, gerade aufgeschossenes Keimpflänzchen ans Licht, so kann man schon nach kurzer Zeit sehen, dass sich der Stengel concav gegen die Einfallsrichtung des Lichtes neigt. Diese Krümmung beruht auf ungleichem Wachsthum der beleuchteten und der vom Lichte abgewendeten Seite des Stengels und kommt nur dann zu Stande, wenn alle Wachsthumsbedingungen vorhanden sind. — Andere Bewegungen haben dagegen mit dem Wachsthum nichts zu thun. Lange bekannt und vielfach untersucht ist das eigenthümliche Bewegungsvermögen der Sinnpflanze *(Mimosa pudica)*. Diese im heissen Amerika, namentlich in Panama einheimische Pflanze wird in unseren Gewächshäusern häufig aus Samen gezogen und hält sich den Sommer über leicht im Freien oder

in der Wohnstube. Mit Beginn der kalten Jahreszeit geht sie (auch im Warmhaus) fast regelmässig zu Grunde. Die Blätter dieser Pflanze besitzen einen am Grunde verdickten Blattstiel, von dem fiederförmig mehrere Stielchen ausgehen, an denen zahlreiche, zweireihig geordnete lineale Blättchen vorkommen. Berührt man nun bei Tage, wenn die Blätter ausgebreitet sind, das untere, wulstförmig verdickte Ende des gemeinsamen Blattstieles, so klappen die Blättchen zusammen, die Stielchen legen sich an einander und der gemeinsame, früher nahezu horizontal stehende Blattstiel senkt sich tief herab. Diese ganze Erscheinung vollzieht sich in einigen Secunden; nach einer gewissen Zeit beginnt das Blatt sich wieder auszubreiten und seine frühere Lage einzunehmen.

Von einem anderen Gesichtspunkte aus kann man die Bewegungen *a)* in solche eintheilen, zu deren Zustandekommen die Einwirkung bestimmter äusserer Bedingungen (Licht, Schwerkraft, Aenderungen der Temperatur und Feuchtigkeit des umgebenden Mediums) nothwendig ist, und *b)* in jene, welche wenigstens anscheinend unabhängig von äusseren Kräften erfolgen. Die ersteren bezeichnet man als paratonische, die letzteren als spontane (autonome) Bewegungen.

Endlich kann ein und dasselbe Organ eine bestimmte Richtungsbewegung nur einmal ausführen oder zu wiederholtenmalen effectuiren, in welch' letzterem Falle man von periodischen Bewegungen

spricht. Die im Pflanzenreiche verbreitetsten und zugleich augenfälligsten periodischen Bewegungen sind jene, welche von Linné als Schlaf-, von Darwin als nyctitropische Bewegungen benannt wurden.

Ich will gleich ein Beispiel jener Bewegungserscheinungen und Zustände geben, die man in die Kategorie der Schlafbewegungen rechnet. Jedermann kennt den gewöhnlichen rothen oder weissen Klee. Seine drei Blättchen (die für den Botaniker nur ein

Fig. 1.

I II

Dreizähliges Kleeblatt von *Trifolium repens.*
Stellung der Blättchen *I* während des Tages, *II* während der Nacht.
(Nach Darwin.)

einziges „dreizähliges" Blatt bilden) sind am Tage bei gutem, trockenem Wetter horizontal ausgebreitet. (Fig. 1, *I.*) Am Abende jedoch neigen sich die beiden seitlichen Blättchen gegeneinander, bis sie mit ihren oberen Flächen in Berührung kommen; gleichzeitig biegen sie sich in einer fast verticalen Ebene nach abwärts; das oberste Blättchen aber bewegt sich in einem Bogen nach vorwärts, bis es endlich mit der oberen Seite auf die aneinander liegenden seitlichen Blättchen gelangt, die es dachförmig überdeckt. (Fig. 1, *II.*) Auf

diese Weise sind dann bald alle (dreizähligen) Blätter der Pflanze zusammengefaltet und herabhängend — sie „schlafen“. Des Morgens „erwachen“ sie und gehen allmälig in die Tagstellung über. Bei anderen Pflanzen sind die Blätter während der Nachtstellung nach aufwärts gebogen, z. B. beim Hornklee *(Lotus)*. Hier erhebt sich der Blattstiel, und die dreizähligen Blättchen steigen empor, bis sie an den Stamm fast angedrückt sind; die jungen Blätter am Gipfel des Stengels schliessen sich so eng, dass sie einer grossen Knospe ähnlich werden.

Nicht nur die Laubblätter, sondern auch die Blüthen vieler Pflanzen zeigen eine verschiedene Tag- und Nachtstellung. Die gelben Köpfe des Löwenzahns, die weissen Gänseblümchen, die blauen Leberblümchen, die rothen Anagallisblüthen und zahlreiche andere Blumen und Blümchen sind bei Tage (bei schönem Wetter) ausgebreitet, während der Nacht aber geschlossen.

Der bekannte Naturforscher Linné, welcher zuerst eine grosse Zahl von Beobachtungen über die Tag- und Nachtstellung der Laub- und Blüthenblätter gesammelt und in seiner Schrift: „Somnus plantarum“ veröffentlicht hat, bezeichnete diese Erscheinung bei seiner etwas dichterisch angelegten Denkungsart als den „Schlaf“ der Pflanzen. Die späteren Botaniker, welche sich mit dem Gegenstande beschäftigten, haben den Namen acceptirt (z. B. Dutrochet; „Du réveil et du sommeil des plantes“; Royer: „Essai sur le

sommeil des plantes"; Meehan: „The sleep of plants" etc.). Dabei ist es aber wahrscheinlich Niemandem ernstlich eingefallen, eine physiologische Analogie zwischen diesem „Schlaf" der Pflanzen und dem Schlaf der Thiere anzunehmen. Der Umstand, dass in der That keine Analogie besteht, hat Darwin veranlasst, einen andern Namen vorzuschlagen, nämlich: Nyctitropismus, d. h. Nachtwenden, und ich werde mich im Folgenden häufig des Ausdruckes: „nyctitropische Bewegungen" bedienen.

Die ersten Beobachtungen über den Gegenstand reichen weit zurück. Schon Plinius hat im XVIII. Bande seiner „Historia naturalis" die Beobachtung aufgezeichnet, dass die Blättchen der Kleepflanze sich bei bevorstehendem Unwetter schliessen. Im 16. Jahrhunderte beobachtete Garcias ab Horto, Medicus des Vicekönigs von Indien den Nyctitropismus der Blätter des Tamarindenbaumes, Valerius Cordus jenen der Blätter von *Glycyrhiza echinata*, einer in Russland und Asien cultivirten Süssholzart. Proserpo Alpini, ein (gleichfalls im 16. Jahrhundert lebender) italienischer Arzt und Botaniker, berichtet von dem eben genannten Tamarindenbaum, dass die Blätter, stets der Sonne zugewandt, dem Laufe derselben in ihrer Richtung folgen, beim Untergange aber sich in sich selbst zusammenfaltend zur Knospenlage zurückkehren, bis sie der neue Tag wieder aufs Neue entfaltet.

Im 18. Jahrhunderte haben namentlich Linné, Schrank, Meése und Duhamel du Monceau

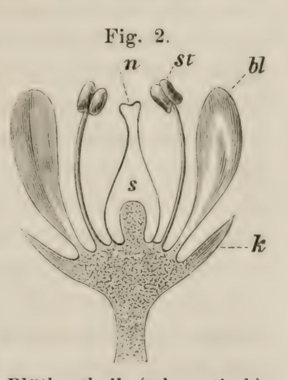
Untersuchungen über die Tag- und Nachtstellung der Blumen veröffentlicht. Nicht uninteressant ist eine diesbezügliche Beobachtung von Linné, die in Froriep's „Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde“ (41. Bd., Nr. 890) beiläufig in folgenden Worten enthalten ist:

Eine Pflanze des südlichen Frankreichs *(Lotus ornithopodioides)*, blühte zum ersten Male im botanischen Garten zu Upsala (wo bekanntlich Linné eine Professur bekleidete). Zwei Blüthen hatten sich am Tage geöffnet. Um diese der besonderen Obhut des Gärtners zu empfehlen, ging Linné mit demselben noch spät Abends in den Garten; die Blüthen waren aber nicht mehr zu finden. Am folgenden Tage waren wieder zwei Blüthen zu sehen; zufällig war der Gärtner bis zum Abende abwesend, und als er zurückkehrte, waren die Blüthen abermals verschwunden. Es wurden nun die Beobachtungen fortgesetzt, in der Meinung, dass jede Blume, die sich des Morgens geöffnet habe, gegen Abend abfalle, bis man sie eines schönen Abends unter den zusammengefalteten Blättern wie unter einem Schirm verborgen auffand. Sogleich durchsuchte Linné den Garten und die Gewächshäuser mit der Laterne und fand, „dass fast das ganze Gewächsreich dieselbe Comödie spiele“.

In unserem, nun bald zu Ende gehenden Säculum hat sich eine ganze Reihe von Naturforschern mit dem Gegenstande beschäftigt, den ich im Folgenden in Form eines populären Resumé darzustellen versuchen werde.

Die Function der Blüthe besteht bekanntlich in der Frucht-, beziehungsweise Samenbildung. Zur Effectuirung dieser wichtigen Aufgabe im Leben der Pflanze müssen selbstverständlich die entsprechenden Organe vorhanden sein. Es sind dies jene Theile der Blüthe, welche man mit dem zwar nicht sehr passenden doch allgemein gebräuchlichen Namen: Staubgefässe und Stempel bezeichnet. Die ersteren repräsentiren die männlichen, die letzteren die weiblichen Geschlechtsorgane. Obgleich nur diese beiden Organe zur normalen Samenausbildung absolut nothwendig sind, so kommen noch andere Blüthentheile zur Entwicklung, die man in ihrer Gesammtheit als Blüthenhülle oder Perianthium anspricht, und je nach dem Aussehen als einfaches oder doppeltes Perigon, in anderen Fällen als Kelch und Blumenkrone benennt. (Vergl. Fig. 2.) Bei manchen Blüthen nur klein und unscheinbar, erreichen sie bei vielen „Blumen" eine bedeutende Grösse, nehmen verschiedenartige, oft sonderbar aussehende Formen an und leuchten dabei in lebhaften Farben. Wenn man sich nun die ausser-

Fig. 2.



Blüthentheile (schematisch).

k Kelch; *bl* Blumenkrone; *st* Staubgefässe (mit Faden und Antheren). In der Mitte der Fruchtknoten mit der Samenknospe *s*, dem Griffel und der Narbe *n*.

ordentliche Mannigfaltigkeit, welche in der Ausbildung der Perianthien herrscht vor Augen hält und sieht, dass dieselben alle möglichen Formen annehmen: von den kleinen einfachen Schuppen unserer Kätzchenbäume bis zu den grossartigen, oft geradezu phantastisch gestalteten Blüthen der exotischen Orchideen, wenn man ferner erwägt, dass unter den Perianthien fast alle denkbaren Farbentöne zu finden sind, dass ausserdem viele nicht nur das Auge, sondern auch das Geruchsorgan afficiren, bald lieblich, bald unangenehm, bald erfrischend, bald wieder nahezu betäubend — so muss man sich fragen, welchen Zweck, welche biologische Bedeutung diese doch jedenfalls unwesentlichen Blüthentheile haben. [1]) Durch zahlreiche Beobachtungen in der Natur und Versuche im Laboratorium hat es sich herausgestellt, dass die Blüthenhüllen eine mehrseitige und wichtige Rolle im Haushalte der Pflanze, namentlich bei der sexuellen Vermehrung spielen. Ich werde später einige hieher gehörige Thatsachen wenn auch nur kurz besprechen müssen. Die Blüthenhüllen oder Perianthien sind es aber auch, welche durch ihre Lageänderungen jene Erscheinungen darbieten, welche man als nyctitropische oder Schlafbewegungen bezeichnet.

---

[1]) Nach den vergleichenden Untersuchungen von Britton bestehen zwischen Geruch und Farbe der Blüthen folgende Beziehungen: die Mehrzahl unter den riechenden Blumen bilden die weissen; dann folgen die gelben, hierauf die rothen und zuletzt die blauen.

Es gibt Pflanzen, deren Perianthien, nachdem sie eine gewisse Entwicklung erreicht haben, sich öffnen (sind viele Einzelblüthen zu einem sogenannten Blüthenstand vereinigt, so geschieht die Entfaltung in einer bestimmten Reihenfolge), in diesem Zustande kürzere oder längere Zeit verbleiben und dann entweder anscheinend noch ziemlich frisch in anderen Fällen wieder verwelkt und geschrumpft abfallen, und zwar in der Regel mit den Staubgefässen, die dann ihre Schuldigkeit bereits gethan haben. Die Dauer des Geöffnetseins der Blüthe oder die sogenannte Anthese dauert bei manchen Blüthen nur wenige Stunden, bei anderen wieder mehrere Tage, selbst Wochen.

Solche Blüthen, deren Anthese nur einige Stunden beträgt, nannte man Eintags- oder ephemere Blüthen und nennt sie noch heute so. Hieher gehören die Windlinge *(Convolvulus)*, mehrere Arten Ehrenpreis *(Veronica)*, der Hornmohn *(Glaucium luteum)*, die Cichorie *(Cichorium Intybus)*, der Lein *(Linum usitatissimum)* u. m. a. Betrachtet man beispielsweise an einem schönen Sommermorgen ein in Blüthe stehendes Flachsfeld aus einer gewissen Entfernung, so erscheint es blau. Kommt man gegen Abend desselben Tages an jene Stelle, so erscheint die ganze Saat grün. Die Blüthen des Leins öffnen sich nämlich gegen 7 Uhr Morgens und schliessen sich in den ersten Nachmittagsstunden, worauf sie abfallen. Am folgenden Morgen steht der Flachs wieder in voller Blüthe, aber es sind nicht die Blüthen des vorigen Tages, sondern neue

Blüthen, welche ihre zarten blauen Blumenkronen soeben entfaltet haben.

Während die Anthese der genannten Eintagsblüthen in die hellen Tagesstunden fällt, gibt es wieder andere, die sich erst in den Nachmittagsstunden, gegen Sonnenuntergang, oder gar erst zur Nachtzeit öffnen und im Laufe des folgenden Tages schliessen. Zu diesen ephemeren Nachtblumen gehören beispielsweise die sogenannte Wunderblume *(Mirabilis Jalappa)*, die Nachtkerze *(Oenothera biennis)*, Arten des Stechapfels *(Datura meteloides)* u. a.

Die Zahl der Pflanzen mit ephemeren Blüthen ist relativ sehr gering im Vergleich mit jenen zahlreichen Arten, deren Perianthien sich tagelang in unveränderter Farbenfrische erhalten. Unter diesen gehört die Majorität solchen Pflanzen an, deren Blüthenhüllen, wie bereits erwähnt, während der mehrtägigen Dauer der Anthese nichts Auffallendes zeigen; die Minorität wird von jenen Gewächsen gebildet, deren Perianthien sich während der Lebensdauer der Blüthe zu wiederholtenmalen (periodisch) öffnen und schliessen. Man kann demnach, auf die genannten Thatsachen gestützt, die Blüthen in folgender Weise eintheilen:

I. Blüthen, deren Perianthien nur wenige (niemals über 24) Stunden geöffnet bleiben und dann zu Grunde gehen: Ephemere oder Eintagsblüthen

a) Ephemere Tagblüthen . . . . 1);

b) Ephemere Nachtblüthen . . . 2).

II. Blüthen, deren Perianthien eine mehrtägige Lebensdauer haben.

A) Das Perianth öffnet sich nur einmal und bleibt während der ganzen Dauer der Anthese fortwährend im geöffneten Zustande . . . 3).

B) Das Perianth öffnet und schliesst sich periodisch:

a) mehrtägige Tagesblüthen . . . . 4);

b) mehrtägige Nachtblüthen . . . . 5).

Nach diesen einleitenden Bemerkungen komme ich zum speciellen Theile des Gegenstandes. Die sub II, *A)* angeführte Gruppe bleibt natürlich ausgeschlossen.

Das Oeffnen einer geschlossenen Blüthe, oder poetischer gesprochen das Erwachen einer schlafenden Blume erfolgt durch Bewegung der Blätter des Perianthiums in centrifugaler — das Schliessen oder Einschlafen geöffneter Blüthen durch Bewegung in centripetaler Richtung. Der Grad des Schlafes kann hiebei ein verschiedener sein. Entfernen sich die Theile des Perianthiums nur wenig von einander, so dass der Winkel, den sie mit der Blüthenaxe bilden, circa 20—30^0 beträgt, so ist die Blüthe nur wenig, bei 45^0 etwa „halb geöffnet". Geht die Bewegung in demselben Sinne weiter, so wächst auch der Winkel und bei 90^0 ist das Perianth horizontal ausgebreitet, die Blüthe „ganz geöffnet". Unter Umständen kann die Apertur sogar noch weiter gehen. — Verkleinert sich dagegen „der anguläre Werth der Blumenphase", so führt dies zur Schliessung, die meistens eine ziemlich vollständige, seltener eine unvollständige ist. Man hat solche Blüthen,

welche während der Schlafzeit bis zu einem gewissen Grade geöffnet bleiben, halbschlafende Blumen (*fleures demie-sommeillantes*) genannt.

Fig. 3.



I. Ein Blüthenköpfchen des Berg-Wohlverlei *(Arnica montana)* mit centralen Scheibenblüthen und peripheren Strahlblüthen; *II.* Eine einzelne Strahlblüthe. *III.* Scheibenblüthe (vergrössert). *F* Fruchtknoten, *K* Kelch, *B* Blumenkrone, *S* Staubblätter, *G* Griffel mit Narben.

Ein grosser Theil der Pflanzen mit periodisch sich öffnenden und schliessenden Blüthen gehört in die Ordnung der Korbblüthler oder Compositen. Was bei diesen Gewächsen wie eine Einzelblüthe aussieht und vom Laien auch für eine solche gehalten wird (daher auch die Singularnamen: Ringelblume, Sonnen-

blume, Kornblume, Wucherblume etc.) ist ein ganzes Consortium von Blüthen, die an einem scheiben- oder kegelförmigen Blüthenboden befestigt sind und in ihrer Gesammtheit mit diesem ein sogenanntes Köpfchen *(capitulum)* bilden. (Vergl. Fig. 3.) Man unterscheidet hiebei die im Centrum des Köpfchens befindlichen „Scheibenblüthen“ und die an der Peripherie desselben stehenden „Strahlblüthen“. Während sich nun bei anderen Pflanzen jede Blüthe für sich öffnet und schliesst, erfolgt bei den Compositen die Apertur des Köpfchens durch das gleichzeitige Auseinandertreten — die Clausur durch das Zusammenneigen aller randständigen Strahlblüthen. Nebenbei sei bemerkt, dass der sogenannte Hüllkelch, welcher das Köpfchen umgibt und aus vielen, meist grünen Blättern besteht, bei der Apertur nur passiv gedehnt ist. Zupft man bei einem geöffneten Compositenköpfchen die Blüthen vorsichtig heraus (was z. B. beim Löwenzahn, Bocksbart, bei der Gänsedistel u. a. sehr leicht und rasch geschehen kann), so beginnen sich die Blätter des Hüllkelches sofort zu schliessen.

Die Zeit der Oeffnung und Schliessung der Perianthien findet bei den Blüthen der verschiedenen Pflanzen zu den verschiedensten Tagesstunden statt. Manche beginnen schon zu erwachen, kurz nachdem die goldene Sonnenscheibe sich über den Horizont erhoben hat; viele schlafen länger und öffnen sich erst dann, wenn der Thau verschwunden und die Luft wärmer geworden ist. Andere entfalten ihre Perianthien

erst gegen Mittag und scheinen sich in der heissen Gluth der scheitelrechten Sonnenstrahlen am wohlsten zu fühlen. Und wenn alle diese Blüthen nach der Tagesarbeit sich zum Schlafe vorbereiten, dann lösen sie gleichsam andere ab, welche sich des Abends öffnen und die erfrischende Wirkung einer kühlen, sternenfunkelnden Nacht bei voller Expansion geniessen.

Die Zahl der Nachtblumen ist indess verhältnissmässig klein im Vergleich zu jener der Tagblumen. Die meisten Blüthen, bei denen überhaupt ein periodisches Oeffnen und Schliessen stattfindet, trifft man an schönen Tagen der warmen Jahreszeit in den Vormittagsstunden ausgebreitet. Von den belebenden Sonnenstrahlen erleuchtet und erwärmt, sind dann auf den Wiesen die Kelche und Kronen der Anemonen und Ranunkeln, der Gentianen und Potentillen, die Köpfchen der Gänseblümchen und Hieracien, des Löwenzahns und Bocksbartes — in den Gärten die Blumen der Tulpen und Taglilien, der Crocus und Windlinge, der Ringelblumen, Escholtzien u. a. weit geöffnet. Am Abend sind sie alle geschlossen.[1])

Würde Jemand durch längere Zeit, etwa während eines ganzen Sommers, bei einer Anzahl von Pflanzen die Zeit der Apertur und Clausur ihrer Blüthen und gleichzeitig auch die eben herrschenden meteorologi-

[1]) Nach den zahlreichen Beobachtungen von Fritsch beträgt die mittlere Dauer des Schlafes in Stunden: Morgenblumen 14·8; Mittagblumen 14·2; Abendblumen 12·9; Nachtblumen 11·8.

schen Verhältnisse beobachten und notiren, so müsste er constatiren, dass die Blüthen derselben Pflanzen beim Vorhandensein nahezu gleicher äusserer Bedingungen sich fast zu derselben Zeit öffnen und schliessen. Er würde aber auch constatiren können, dass die Witterungszustände, insbesonders der Grad der Insolation, Temperatur und Luftfeuchtigkeit einen bedeutenden Einfluss auf den Beginn, die Dauer und Stärke des Geöffnetseins ausüben.

Der schon genannte Naturforscher C. v. Linné (geb. 1707, gest. 1778), welcher die ersten umfassenderen Beobachtungen über den Pflanzenschlaf sammelte, ohne indess experimentelle Untersuchungen über den Gegenstand anzustellen, theilte die Blüthen, welche sich periodisch öffnen und schliessen, in drei Classen ein:

1. Witterungsanzeiger *(Flores meteorici)*, welche ihre Schlafstunden nicht genau einhalten, sondern sich je nach der Insolation, dem Feuchtigkeitsgehalt und Temperaturgrad der Luft früher oder später öffnen und schliessen.

2. Sonnenwendblüthen *(Flores tropici)*, welche die Zeit ihrer Apertur nach der Tageslänge insofern richten, als sie sich des Morgens um so früher öffnen, je näher der Tag dem Solstitium liegt, und um so später, je weiter er von demselben entfernt ist.

3. Nachtgleichblüthen *(Flores aequinoctiales)*, welche die Stunden des Erwachens und Einschlafens genau einhalten sollen. Die Pflanzen dieser letzten Kategorie stellte Linné zu einer „botanischen Uhr“

zusammen. Man weiss jedoch schon lange, dass die Linné'sche Blumenuhr häufig schlecht geht, da ihr Gang von der jeweiligen Witterung regulirt wird.

Unter den meteorologischen Agentien hat die Luftwärme vielleicht den bedeutendsten Einfluss. Für eine jede Pflanzenart muss es einen gewissen niedrigsten Temperaturgrad geben, welcher vorhanden sein muss, damit die Blüthen sich überhaupt öffnen, und ebenso auch einen höchsten Wärmegrad, über welchen hinaus keine Oeffnungsbewegung mehr stattfindet. Das Temperaturminimum für die Entfaltung geschlossener Perianthien liegt für die mitteleuropäischen Pflanzen zwischen 3—15° C., das Maximum circa zwischen 20—30°. Manche Frühlingspflanzen (Fingerkraut, Gänseblümchen, Huflattich, Waldtulpe, Safran, Ehrenpreisarten) vermag schon eine Wärme von 3—5° aus dem Schlafe zu erwecken.

Es gibt Blüthen, welche man jederzeit, im Licht und im Dunklen, in trockener und feuchter Luft durch Temperaturerhöhung zum Oeffnen, durch Temperaturabfall zum Schliessen bringen kann. Als Beispiele nenne ich die Gartentulpe und den Safran *(Crocus)*. Bringt man eine geschlossene Blüthe der genannten Pflanzen aus einem kälteren in einen wärmeren Raum, so öffnet sie sich, und zwar um so früher und schneller, je grösser der Temperaturunterschied war. So beginnen Crocusblüthen bei einer Temperaturerhöhung von 12—15° sich schon innerhalb weniger Minuten zu öffnen und sind nach einer halben Stunde weit ausge-

breitet. Nicht so rasch erfolgt das Schliessen, besonders wenn die Blüthen sehr stark geöffnet waren. Es sind dann oft mehrere Stunden nothwendig, um durch Temperaturerniedrigung die Schliessung zu veranlassen. Vermeidet man jedoch eine excessive Entfaltung und lässt die Blüthen einer Tulpe, eines Crocus, einer Frühlingsadonis durch mässige Temperaturerhöhung langsam und wenig öffnen, so erfolgt bei Temperaturabfall bald die Schlafbewegung, so dass man innerhalb eines Tages eine und dieselbe Blüthe mehrmals hintereinander sich öffnen und schliessen sehen kann. Um eine Oeffnungsbewegung überhaupt zu veranlassen, genügt oft eine sehr geringe Wärmezugabe. Tulpenblüthen beginnen schon bei einer Temperaturerhöhung von 2^0 C. sich zu öffnen. Noch empfindlicher sind Crocusblüthen, welche schon auf Temperaturschwankungen von 1^0 C. mit nyctitropischen Bewegungen antworten und bei einer Wärmesteigerung von 5—10^0 sich weit öffnen. Bei anderen Pflanzen, z. B. bei Arten von Sauerklee *(Oxalis)*, Löwenzahn *(Leontodon)*, Habichtskraut *(Hieracium)* scheint eine von äusseren Einflüssen unabhängige Periodicität eine Rolle zu spielen, da bei ihnen eine Wärmeänderung erst nach Ablauf einer gewissen Zeit wirksam ist. Bringt man z. B. ein geschlossenes Köpfchen des Löwenzahns des Morgens aus einem kälteren (8^0 C.) Raum in einen wärmeren (15^0 C.), so beginnt es sich bald zu öffnen. Belässt man es nun in diesem Raum, so bleibt es geöffnet, schliesst sich aber gegen Abend, auch wenn die

Temperatur unverändert geblieben ist. Erhöht man nun, nachdem sich die Blüthen geschlossen haben, die Temperatur, so bleiben sie trotzdem geschlossen. Werden dagegen die Köpfchen während des Tages bei einem unter dem Oeffnungsminimum liegenden Wärmegrad, z. B. bei 3—4° C., geschlossen erhalten, so können sie Abends durch Wärmezufuhr geöffnet werden. Sie bleiben dann während der Nacht geöffnet und schliessen sich des Morgens.

Bei solchen Blüthen also, bei denen nyctitropische Bewegungen erst nach einer gewissen Ruhepause eintreten, hat die Temperaturänderung kurz nach der Apertur oder Clausur allein keine oder nur eine geringe Wirkung. Wohl aber beschleunigt nach mehrstündiger Dauer der betreffenden Phase eine Temperaturerhöhung das Oeffnen geschlossener, eine Temperaturerniedrigung das Schliessen geöffneter Blüthen.

Was den Einfluss des Lichtes betrifft, so scheint dieses Agens bei vielen Pflanzen für das Zustandekommen der Schlafbewegungen ihrer Blüthen keine nothwendige Bedingung zu sein. Es wurde schon bemerkt, dass man Tulpen und Crocusblüthen (und dasselbe gilt auch für andere Pflanzen) sowohl im Lichte wie im Dunklen durch blosse Temperaturänderung zum Oeffnen oder Schliessen bringen kann. Ist das Licht nicht geradezu Bedingung, so hat es doch bei vielen Pflanzen einen bemerkbaren Einfluss, z. B. beim Löwenzahn *(Taraxacum)*, Gänseblümchen *(Bellis)*, Sauerklee *(Oxalis)*, Taglilie *(Hemerocallis)*, Enzian *(Gentiana)*. Bringt man

eingeschlafene Blüthen der genannten Pflanzen des Morgens in einen dunklen Raum und andere Blüthen derselben Pflanzen in ein gut beleuchtetes Zimmer, so zeigen die letzteren ein normales Verhalten, während die ersteren sich nur wenig öffnen und auch nicht vollständig schliessen. Daraus erklärt es sich auch, dass sich im Freien die Blüthen der genannten Pflanzen bei jenen Individuen früher öffnen, welche dem directen Sonnenlichte exponirt sind, als bei denen, die z. B. im Schatten eines Baumes, einer Mauer etc. stehen. Nach den Angaben von Fritsch bedürfen im Allgemeinen die rothen und weissen Blumen einer längeren Einwirkung des Sonnenlichtes, respective einer höheren Lufttemperatur zur Oeffnung ihrer Perianthien als die blauen und gelben.

Aehnlich wie bei der Temperatur wird auch durch Beleuchtung längerer Zeit im Dunklen geschlossener Blüthen das Oeffnen, durch Lichtentziehung bei Blüthen, die längere Zeit im Lichte gestanden, das Schliessen beschleunigt. Daraus wird auch die Erscheinung verständlich, welche während der Sonnenfinsterniss am 18. Juli 1860 beobachtet wurde. Dieselbe dauerte von 2 Uhr 41 Minuten bis 4 Uhr 30 Minuten Nachmittags. Verschiedene Blüthen, die sich sonst erst um 5 oder 6 Uhr Abends schlossen, begannen schon um zwei Stunden früher einzuschlafen. Durch künstliche Beleuchtung und Verdunklung kann man veranlassen, dass die nyctitropischen Bewegungen zu einer anderen Zeit eintreten als unter natürlichen Verhältnissen.

Während sich z. B. die Blüthen von *Mirabilis Jalappa* im Sommer zwischen 5—7 Uhr Abends öffnen und um Mittag des nächsten Tages schliessen, wurde von dem französischen Botaniker De Candolle beobachtet, dass sich diese Blüthen in einem bei Nacht erleuchteten und bei Tage verfinsterten Zimmer am Ende des künstlichen Tages öffneten und am Ende der künstlichen Nacht die Schliessungsbewegung begannen.

Beim Durchgange des Lichtes durch die gefärbten Blüthenhüllen wird ein Theil desselben absorbirt, und zwar sind es je nach dem Farbstoffe der Blüthen bestimmte Strahlen des Lichtes (roth, orange, gelb, grün, blau, violett), welche ausgelöscht (absorbirt) werden, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man wässerige oder weingeistige Extracte der Perianthien mittelst des Spectroskopes prüft. Nach anderen, den Physikern und Physiologen bekannten analogen Erscheinungen muss man annehmen, dass diese Lichtabsorption einen Umsatz in Wärme bedeutet, d. h., dass diejenigen Lichtstrahlen, welche bei ihrem Durchgange durch die Perianthien in den Farbstoffen derselben zurückgehalten werden, sich in Wärmestrahlen verwandeln. Die dadurch stattfindende Erwärmung der Gewebe beeinflusst die Schlafbewegungen, welche, wie ich gleichzeitig bemerke, in vielen Fällen Wachsthumserscheinungen sind.

Genauere Beobachtungen über die Wirkung der verschiedenen Theile des Sonnenspectrums auf die Oeffnungs- und Schliessungsbewegungen der Blüthen

sind indess bis jetzt nicht gemacht worden. Ausser der thermischen muss das Licht noch andere, z. B. mechanische Wirkungen ausüben, da sich in manchen Fällen geschlossene Blüthen des Morgens im hellen Lichte früher öffnen als bei schwacher Beleuchtung und gleichzeitig höherer Temperatur.

Der Grad der relativen Luftfeuchtigkeit scheint bei den meisten Blüthen, vorausgesetzt, dass sie sich in voller Saftfülle (Turgescenz) befinden, keinen so grossen Einfluss auszuüben wie das Licht und die Wärme. Ich selbst habe mich davon durch Versuche überzeugt, dass die periodischen Blüthen vieler Pflanzen (Milchstern, Tulpe, Huflattich, Schneeglöckchen, Leberblümchen, Hahnenfuss, Windling, Löwenzahn) sich nicht nur in einem sehr feuchten, nahezu wasserdampfgesättigten Raum, sondern selbst unter Wasser öffnen und schliessen. Bringt man geschlossene Tulpenblüthen oder Löwenzahnköpfchen (des Morgens) aus kühler Luft in laues Wasser (die Objecte können zum Theil oder ganz untergetaucht sein), so erfolgt bald die Apertur der Blüthen, bei grosser Temperaturdifferenz sogar sehr rasch. Umgekehrt kann man durch Uebertragung einer in trockener Luft längere Zeit geöffneten Blüthe (bei der Tulpe und Crocus zu jeder Tageszeit) in einen kalten feuchten Raum oder in kaltes Wasser Schliessungsbewegung veranlassen. Belässt man die Blüthen längere Zeit (zwei bis drei Tage) unter Wasser, so hören die Schlafbewegungen auf, da in Folge der Wasseraufnahme die früher mit Luft erfüllten

„Zwischenzellräume“ der Perianthien sich mit Wasser injiciren und die Blüthe abstirbt.

Obgleich nun der Grad der relativen Luftfeuchtigkeit bei den meisten Blüthen keinen wesentlichen Einfluss auf die nyctitropischen Erscheinungen ausübt, so scheint doch nach den bisherigen Beobachtungen bei vielen Blüthen ein grösserer Feuchtigkeitsgehalt der Luft das Schliessen, ein geringerer das Oeffnen zu beschleunigen. Wenigstens sind die Blüthen vieler Pflanzen bei sehr feuchter Witterung oder des Morgens, wenn starke Thaubildung vorhanden ist, geschlossen oder nur sehr wenig geöffnet, wie z. B. beim Gauchheil *(Anagallis arvensis)*, Cichorie *(Cichorium Intybus)*, Gänseblümchen *(Bellis perennis)*, bei Arten der Gänsedistel *(Sonchus)* Ehrenpreis *(Veronica)* u. A. Von Professor Wiesner wurde durch experimentelle Versuche Folgendes constatirt: Schneidet man bei den genannten Pflanzen einzelne Sprosse mit geschlossenen Blüthen ab, so öffnen sich letztere (bei Temperaturen von 14—16^0 C.) selbst in relativ sehr feuchter Luft; dies geschieht sowohl in Folge der Verdunstung (Transpiration) der Blüthen, als auch in Folge der Rückleitung des Wassers zu den Blättern. Durch diesen doppelten Wasserverlust tritt eine andere Vertheilung des Wassers in den Geweben der Blumenblätter ein, welche eben zur Oeffnungsbewegung führt.

Da nun, wie ich eben erörtert habe, die nyctitropischen Bewegungen der Perianthien von den meteorologischen Zuständen der Atmosphäre influenzirt werden,

wobei die Blüthen gewisser Pflanzen namentlich durch Wärmeänderungen, die anderer durch die jeweilige Lichtintensität, wieder andere durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft vorzugsweise beeinflusst werden, die genannten physikalischen Agentien sich aber im Laufe eines Tages ändern und mannigfach combiniren können, so folgt, dass der Grad der „Blumenphase“ in fortwährender Aenderung sich befinden muss und die Zeit der Apertur und Clausur sich verschieben kann. Während sich z. B. die Köpfchen des Löwenzahns im Vorsommer bei heiterem trockenen Wetter gegen 9 Uhr Morgens zu öffnen beginnen, geschieht dies bei trübem und kaltem Wetter erst gegen die Mittagszeit.

Es wird ferner die Erscheinung zum Theil wenigstens erklärlich, dass die Perianthien jener Pflanzenarten, deren Blüthezeit sich durch mehrere Monate erstreckt, im Sommer zu anderen Tagesstunden sich öffnen und schliessen als im Frühjahr oder im Herbst, und dass auch die Dauer der Anthese je nach der Jahreszeit verschieden ist. So sind z. B. nach den Beobachtungen von Professor v. Kerner die grossen, wohlriechenden Blüthen der gelben Taglilie *(Hemerocallis flava)* im Vorsommer ephemer: sie öffnen sich des Morgens und schliessen sich des Abends; im Spätherbste aber, wenn diese Pflanze zum zweiten Male blüht, dauert die Anthese zwei bis drei Tage. Eine andere interessante Thatsache fand der genannte Forscher bei dem „Stunden-Eibisch“ *(Hibiscus Trionum)*. Die schönen, blassgelben, an der Basis dunkelrothen

Blüthen dieser Pflanze sind im Juli ephemer: sie öffnen sich (nur einmal) zeitlich Morgens und schliessen sich um die Mittagszeit. Im September erfolgte aber nicht nur das Einschlafen erst zwischen 3—5 Uhr Nachmittags, sondern dieselben Blüthen öffneten sich am folgenden Tage zum zweiten Male und am darauffolgenden Tage zum dritten Male. Erst jetzt hatten sich die Narben zu den Antheren herabgekrümmt, was im Hochsommer schon nach einigen Stunden geschieht.

Im Anschlusse an den Einfluss äusserer Bedingungen auf das periodische Oeffnen und Schliessen der Blüthen möge hier noch einer Beobachtung des italienischen Forschers Tassi Erwähnung geschehen. Bekanntlich wird gegenwärtig das salzsaure Cocaïn mit einer überraschenden Wirkung als local anästhesirendes Mittel in der Chirurgie verwendet. Tassi stellte abgeschnittene Blüthen verschiedener Pflanzen: Safran *(Crocus)*, Schneeglöckchen *(Galanthus)*, Windröschen *(Anemone)*, Winterling *(Eranthis)*, Hahnenfuss *(Ranunculus)* mit der Schnittfläche in eine verdünnte wässerige Lösung von salzsaurem Cocaïn. Die im Beginn des Versuches offenen Blüthen blieben entweder continuirlich offen oder schlossen sich nur sehr wenig, während die in reinem Wasser befindlichen Controlblüthen derselben Pflanzen sich regelmässig öffneten und schlossen. Die Blüthen hatten daher durch die Aufnahme von Cocaïn ihr Bewegungsvermögen ganz oder zum grössten Theile verloren.

Die Schlafbewegungen der Blüthen gehören physiologisch in die Kategorie der Wachsthumserscheinungen. Die Zone, in welcher die active Bewegung der Perianthien erfolgt, liegt im unteren Viertel oder Drittel, jedenfalls in der unteren Hälfte derselben. Dass die Perianthien in der Zeit von der ersten Apertur bis zur letzten Clausur überhaupt wachsen, davon kann man sich durch Messungen leicht überzeugen. Da aber z. B. ein Perigonblatt einer Tulpe auch während der Zeit des Geöffnet- oder Geschlossenseins an Länge zunimmt, so kann die Frage, ob die Stellungsänderungen der Perianthien, durch welche die nyctitropischen Phasen bedingt werden, durch Wachsthum veranlasst werden, nur durch Messungen in der Krümmungszone vor und nach dem Oeffnen, sowie vor und nach dem Schliessen der Blüthen beantwortet werden. Diesbezügliche Untersuchungen, welche von Professor Pfeffer in Tübingen an verschiedenen Blüthen gemacht wurden, ergaben, dass in der That während des Oeffnens der Blüthe die Gewebe der Innenseite, während des Schliessens die der Aussenseite des Perianthiums an Länge zunehmen. Ich bemerke nebenbei, dass derartige Messungen mit Hilfe mikroskopischer Massstäbe (Mikrometer) vorgenommen werden müssen, da die Längenzunahmen ausserordentlich gering sind. Dass die constatirten Verlängerungen bei vielen Blüthen nicht etwa durch blosse Dehnung elastischer Gewebe erfolgen, sondern Wachsthumserscheinungen sind, ergibt sich daraus, dass bei Ueberschreitung der Tempe-

raturgrenzen, innerhalb welcher überhaupt Wachsthum stattfindet, die Blüthenbewegungen aufhören. Dasselbe ist der Fall, wenn sich die Blüthen in einem (nahezu) luftleeren Raum oder z. B. in reinem Kohlensäuregas befinden, unter welchen Umständen überhaupt kein Wachsthum stattfindet.

Nach alledem, was ich über die Erscheinungen des periodischen Oeffnens und Schliessens der Blüthen gesagt habe, muss man sich fragen, welchen Nutzen, oder allgemeiner gesprochen, welche biologische Bedeutung dieser intermittirende Blumenschlaf für die Pflanze hat. Vor Erörterung dieser Frage muss ich einige wichtige Thatsachen besprechen. Ich habe schon früher hervorgehoben, dass die sexuellen Blüthentheile einerseits die Pollenblätter („Staubgefässe"), anderseits die Fruchtanlagen („Stempel") bilden. An einer Fruchtanlage unterscheidet man wieder (vergl. Fig. 2): 1. den Fruchtknoten *(ovarium)*, welcher die Samenknospen, das sind die Anlagen der zur Zeit der Fruchtreife ausgebildeten Samen enthält; 2. den Griffel (lang, kurz oder fehlend) und 3. die Stempel- oder Griffelmündung, vulgo Narbe genannt. Ein Pollenblatt besteht aus einem unwesentlichen, und daher öfter nur wenig ausgebildeten oder auch fehlenden Theile, dem „Staubfaden", und aus dem wesentlichen Theile, der Anthere (Staubbeutel), in welcher sich zur Zeit der Anthese zahlreiche, oft zierlich gestaltete Zellen von mikroskopischer Kleinheit entwickeln. Dieselben werden Pollenkörner, Pollenzellen, in ihrer

Gesammtheit Pollen oder unpassend Blüthenstaub genannt. Die Pollenzellen sind zur Zeit der Pollenreife entweder isolirt und bilden dann ein meist gelb gefärbtes Pulver (daher der Name „Blüthenstaub“), oder sie sind zu einer zusammenhängenden, klebrigen, oft teigartigen Masse vereinigt. Man unterscheidet deshalb auch Blüthen, beziehungsweise Antheren mit stäubendem und solche mit cohärentem Pollen. Zur Effectuirung der Befruchtung muss der Pollen auf die Narbe gelangen, von wo dann der aus der Pollenzelle sich entwickelnde sogenannte Pollenschlauch durch den Griffelcanal bis zur Samenknospe des Ovariums vordringt. Nun gibt es viele Gewächse mit „unvollkommenen“, d. h. mit eingeschlechtigen Blüthen, die wohl Staubblätter, aber nicht Fruchtanlagen besitzen, oder umgekehrt, wobei entweder beide Arten von Blüthen auf derselben Pflanze (Birke, Buche, Eiche, Fichte etc.) oder auf zwei verschiedenen Individuen derselben Species (Weiden, Pappeln, Hopfen) vorkommen. Bei diesen Gewächsen muss deshalb der Pollen aus einer „Staubblüthe“ (männlichen Blüthe) auf die Narbe einer „Fruchtblüthe“ übertragen werden. Es gibt ferner eine Menge von Pflanzen mit zwar vollkommenen Blüthen, in denen sich jedoch die sexuellen Organe ungleichzeitig entwickeln: die Antheren entleeren bereits den reifen Pollen, die Fruchtanlagen sind jedoch noch nicht so weit herangebildet, um denselben wirksam aufzunehmen, oder es sind die Narben schon empfängnissfähig, der Pollen aber noch unfertig.

Auch bei diesen Gewächsen muss der Pollen einer Blüthe auf die Narbe einer anderen Blüthe gelangen. Durch zahlreiche, besonders von Charles Darwin angestellte Versuche hat sich aber überhaupt die interessante Thatsache ergeben, dass in der Regel nur dann eine normale Frucht- und Samenbildung stattfindet, wenn der Pollen einer Blüthe auf die Narbe einer anderen Blüthe gelangt.

Die natürliche Uebertragung des Pollens geschieht mit wenigen Ausnahmen entweder durch den Wind oder durch Insecten. Die „Windblüthler" erzeugen immer stäubenden Pollen. Ihre meist unvollkommenen Blüthen sind unscheinbar, geruch- und honiglos und daher wenig geeignet, Insecten anzulocken. Wohl aber sind ihre Antheren den Luftströmungen möglichst exponirt: sie sitzen mit haarfeinen Stielen an den Enden leicht beweglicher, schwankender Stengel (Gräser), oder am Ende langer, dünner Staubfäden (Hanf, Ulme) oder an den Schuppen schlaff herabhängender, beim geringsten Luftzug sich bewegender Kätzchen (Erle, Haselnuss, Pappel). Die Natur des Transportmittels bringt es mit sich, dass der grösste Theil des in die Lüfte zerstreuten Pollens verloren geht. Deshalb ist auch die Menge des entbundenen Pollens eine ausserordentlich grosse, und es ist bekannt, dass man aus den reifen Staubkätzchen der Erle, Hasel, Wallnuss, mancher Nadelhölzer schon durch schwache Erschütterungen ganze Staubwolken erzeugen kann.

Die „Insectenblüthler" erzeugen cohärenten Pollen, der für die Uebertragung durch den Wind nicht

geeignet ist. Sie besitzen jedoch grosse (oder viele kleine), lebhaft gefärbte, von den Laubblättern schon von einiger Entfernung sich abhebende Perianthien („Blumen"), welche die Insecten von Weitem anlocken.[1]) Sie verbreiten auch häufig Geruch und immer

Fig. 4.



I Blüthenspross vom scharfen Hahnenfuss *(Ranunculus acer)*. *II* Ein Blumenblatt von der Innenseite (vergrössert) mit dem Nectarium *n*. *III* Blüthe vom Kerbelkraut *(Anthriscus)* mit dem Nectarium *n* (vergrössert).

scheidet sich an irgend einer Stelle im Grunde des Perianthiums „Nectar", d. i. Honig ab, also wieder Ein-

---

[1]) In einigen Fällen rufen andere Blüthentheile als die Perianthien die lebhafte Färbung der Blüthen (oder Blüthenstände) hervor, wie z. B. Staubfäden *(Myrtaceen)* oder Hochblätter *(Aroideen)*.

richtungen, um Insecten anzulocken. Durch einen in Form besonders gefärbter Flecken, Linien u. dgl. ausgedrückten Wegweiser, das sogenannte Saftmal werden die Insecten nach jener Stelle der Blüthe geleitet, wo sie die süsse Nahrung finden. Die Honigbehälter oder Nectarien (Fig. 4) haben eine solche Lage, dass das Insect auf dem Wege zu denselben Staubblüthe und Narbe berühren muss. Die klebrigen, cohärenten Pollenmassen haften bei Berührung mit dem haarigen Insectenkörper diesem leicht an und werden an der Narbe einer anderen Blüthe abgestreift.

Der cohärente Pollen verbleibt in seltenen Fällen an derselben Stelle, an welcher er gebildet und ausgereift wurde; er wird vielmehr an einer bestimmten Stelle des Perianthes gewöhnlich auf der Innenfläche eines Blumenblattes in der Nähe der Nectar absondernden Stellen dislocirt, wo er dann geraume Zeit, oft einige Tage warten muss, bis er dort von dem nectarsuchenden Insect abgeholt wird.

Es ist aber für das Zustandekommen der Befruchtung von grösster Wichtigkeit, *dass der Pollen die innerhalb der Blüthe eingenommene Lage beibehalte.* Wird er durch starke Windstösse oder durch heftig anschlagenden Regen aus der Blüthe entfernt, so ist er in der Regel als verloren zu betrachten. Auch eine längere Befeuchtung durch Regen, Thau oder Schnee schadet ihm und macht ihn befruchtungsunfähig. Es ist somit für die Pflanzen mit cohärentem Pollen von grösster Wichtigkeit, ja es ist für sie buch-

stäblich eine Lebensfrage, dass erstens ihr Pollen dort haften bleibe, wo er durch das nectardurstige Insect gefunden und abgestreift werden kann, und dass er zweitens an jener Stelle gegen den Anprall des Windes, sowie auch der Regentropfen möglichst geschützt sei, da beide eine nachtheilige Dislocation und der Regen (sowie andere Niederschläge) auch noch eine Durchfeuchtung der Pollenmasse zur Folge haben würden. Nun gibt es in der That mannigfaltige natürliche Einrichtungen zum Schutze des Pollens einerseits gegen den Anprall des Windes, anderseits gegen die Befeuchtung durch Regen und Thau.[1]) Eines dieser natürlichen Schutzmittel besteht in den periodischen Bewegungen der Blätter des Perianthes. Bei längerem Regenwetter, an stürmischen, nasskalten Tagen, endlich vom Abend bis zum Morgen, so lange starke Thaubildung vorhanden ist, sind die meisten Blüthen mit cohärentem Pollen so gut geschlossen, dass die Regen- und Thautropfen nur die Aussenseite der Perianthien benetzen können, während der Innenraum trocken bleibt. Da die Blüthenhülle meist aus zwei Kreisen (äusseres und inneres Perigon, beziehungsweise Kelch und Blumenkrone) besteht und die Blätter der beiden Kreise nicht unmittelbar

---

[1]) Ueber diesen Gegenstand verweise ich auf die Schrift von Professor A. v. Kerner: „Die Schutzmittel des Pollens gegen die Nachtheile vorzeitiger Dislocation und vorzeitiger Befeuchtung“ (Innsbruck 1873).

hintereinander stehen, sondern miteinander abwechseln, oder um mich anders auszudrücken, je ein Blumenblatt in den Zwischenraum zweier Kelchblätter zu liegen kommt, so wird dadurch ein um so besserer Schluss der Blüthe ermöglicht.

Ich habe schon früher erklärt, dass das, was bei den Korbblüthlern (Compositen) bei flüchtiger Betrachtung als eine einzige Blüthe erscheint, ein ganzer Verein von Blüthen ist, den man in der descriptiven Botanik als ein „Köpfchen" bezeichnet. Die einzelnen Blüthen sind meist klein, was jedoch in der individuellen Grössenentwicklung fehlt, wird durch die grosse Menge der Blüthen eines Köpfchens ersetzt; und so wie bei anderen Pflanzen der Pollen durch das Zusammenneigen einer mehrblätterigen Blumenkrone vor Nässe und Kälte geschützt wird, so wird bei den Compositen derselbe Zweck durch das Schliessen vieler einblättriger Perianthien erreicht. Die Lage, welche die randständigen Strahlblüthen bei feucht-kalter Witterung oder während der Nacht einnehmen ist gewöhnlich eine solche, dass sie einen über die Scheibenblüthen sich wölbenden Hohlkegel bilden. Um das Köpfchen vollständig zu schliessen, steht die Länge der peripherisch stehenden „zungenförmigen" Strahlblüthen in der Regel in einem bestimmten Verhältniss zum Durchmesser der Scheibe. Compositen mit grosser Scheibe und zahlreichen Scheibenblüthen haben meist längere, solche mit kleiner Scheibe und wenigen Scheibenblüthen kürzere Randblüthen. Dazu kommt

noch Folgendes: Die im Centrum des Köpfchens stehenden Scheibenblüthen blühen nicht sämmtlich gleichzeitig auf, sondern entwickeln sich in centripetaler Richtung, d. h. es öffnen sich zuerst die äusseren Blüthen, und indem das Aufblühen gegen den Mittelpunkt des Köpfchens fortschreitet, zuletzt die inneren Blüthen der Scheibe. Im Beginne der Anthese eines Compositenköpfchens, zur Zeit, in welcher der Pollen nur aus den peripheren Scheibenblüthen ausgefegt ist, die inneren Scheibenblüthen aber noch in der geschlossenen Knospe ruhen, erscheinen die zungenförmigen Strahlblüthen kurz, aber doch schon lang genug, um die äusseren Blüthen der Scheibe bedecken zu können. Später verlängern sie sich immer mehr und mehr, und zur Zeit, in welcher der Pollen der inneren Scheibenblüthen aus den Antheren getreten ist, sind sie so lang geworden, dass sich sämmtliche Strahlblüthen in einwärts gebogener Lage mit ihren Spitzen berühren und auch alle Scheibenblüthen überdecken. In manchen Fällen bleiben aber die zungenförmigen Strahlblüthen so kurz, dass sie bei einwärts gerichteter Lage die Scheibenblüthen des aufwärts gerichteten Köpfchens nicht zu überdecken vermöchten; dann sind aber die Köpfchen zur Blüthezeit seitwärts geneigt, wodurch die aufgerichteten oder einwärts geneigten Strahlblüthen der nach oben gewendeten Hälfte des Köpfchens zu einem vorspringenden oder abschüssigem Dache werden, über welches die Regentropfen abrollen, ohne die Scheibe zu treffen.

Die Periodicität des Oeffnens und Schliessens der Blüthen steht im Zusammenhange mit der Schwärmzeit der Insecten. An schönen, warmen Sommertagen, wenn die meisten ephemeren, periodischen und anderen Blüthen geöffnet sind, da fliegen und flattern auch die meisten Insecten, und nach süssem Nectar suchend, übertragen ungezählte Bienen, Hummeln, Schmetterlinge und Fliegen den Pollen von Blüthe zu Blüthe und veranlassen dadurch unbewusst eine erfolgreiche Bestäubung der Narben.

Nun gibt es aber Pflanzen, deren Blüthen bei Tage geschlossen sind und erst des Abends sich öffnen, und bekanntlich auch Insecten, welche während der Dunkelperiode des astronomischen Tages auf Nahrung ausgehen, wie z. B. die Abend- und Nachtfalter unter den Schmetterlingen. Um auch hier dieselbe Wechselbeziehung zu ermöglichen, welche zwischen den Tagblumen und Taginsecten besteht, sind die Nachtblumen den Nachtinsecten angepasst. Diese Anpassung besteht entweder in der Ausbildung grosser, hellgefärbter und dadurch noch im Dämmerlichte oder im Mondenschein sichtbarer Blüthen (Nachtkerzen, Mirabilis, *Cactus grandiflorus*), oder in der Emission eines starken Geruches. Manche Nachtblumen, welche wegen ihrer düsteren und schmutzigen Farbe den Beinamen „*tristis*" (traurig) erhalten haben, wie *Hesperis tristis*, *Pelargonium triste*, *Nyctantes arbor tristis*, und welche daher im Dunkel der Nacht nicht sichtbar sind, hauchen einen sehr starken Duft aus, welcher die Insecten

anlockt. Es ist gewiss eine interessante Thatsache, dass manche Blüthen nur zu gewissen Tageszeiten riechen. Beispielsweise beginnen die Petunien (welche als Zierpflanzen nicht selten in Gärten cultivirt werden) erst Abends zu riechen. Die Nachtnelke *(Silene nutans)*, eine häufige Wiesenpflanze, riecht am Abend und während der Nacht, und ihr Geruch endigt, sobald der Tag anbricht.

Es ist klar, dass das Schliessungsvermögen der Perianthien nicht für alle Fälle den inneren Blüthentheilen den nothwendigen Schutz sichert. Vehemente meteorologische Erscheinungen, wie heftige Orcane, wolkenbruchartige Regen, starke Hagelschläge können durch ihre mechanische Kraft selbst mehrfach verschlossene Blüthen zerstören. Auch kann der unvermittelte Eintritt eines stärkeren Regens selbst bei kurzer Dauer den Blüthen ausserordentlich schaden. Denn die Schliessung der geöffneten Perianthien kann nicht plötzlich erfolgen, sondern nur allmälig und dauert, wie ich früher bemerkt habe, selbst bei starker Temperaturerniedrigung um so länger, je weniger Zeit seit der letzten Apertur verflossen ist und je bedeutender dieselbe war. Versetzen wir uns nun auf eine blumenreiche Wiese in der Mittagszeit eines schönen warmen Sommertages. Die Blüthen sind weit geöffnet und von zahllosen Insecten umschwärmt. Tritt nun plötzlich Regen ein, so füllt er die kaum im Beginn der Schliessung befindlichen Blüthen mit Wasser, wodurch der Pollen durchnässt wird und verdirbt. Das

massenhafte Fehlschlagen von Fruchtanlagen ist dann die unvermeidliche Folge derartiger Ueberraschungen, und ein sich langsam vorbereitender oder des Nachts beginnender, wenn auch mehrtägiger „Landregen" bringt nicht jene Nachtheile mit sich, die ein bei heiterem Himmel plötzlich einfallender „Platzregen" verursacht.

Durch die nyctitropischen Bewegungen der Perianthien kann unter gewissen Umständen bei Pflanzen mit vollkommenen (Zwitter-) Blüthen auch eine erfolgreiche Selbstbefruchtung (Autogamie) vermittelt werden.[1]) Es kommt häufig vor, dass in der Blüthe die Narbe höher steht als die Antheren. Bei der ersten Schliessung der Blüthen kann der aus den Antheren entleerte Pollen auf die Innenseite der Blumenkronblätter gepresst werden. Indem nun diese Blätter während der mehrtägigen Dauer der nyctitropischen Bewegungen in der unteren Hälfte wachsen, so wird die mit Pollen bedeckte Stelle so weit hinaufgerückt, dass sie in die Höhe der Narbe kommt. Bei der letzten Clausur der Blüthe kann dann der Pollen auf die Narbe gelangen.

Die Schlaf- oder nyctitropischen Bewegungen der Perianthien (und nebenbei bemerkt, auch jene der Laubblätter) bilden eine Kategorie von Lebenserscheinungen des Gewächsreiches, die geeignet sind, nicht

---

[1]) Es gibt auch Blüthen, deren Perianthien sich überhaupt nie öffnen; in diesen Fällen findet stets Selbstbefruchtung statt.

nur die Aufmerksamkeit und das Studium der Fachmänner, sondern auch das Interesse der Laien in Anspruch zu nehmen. Wir kennen gegenwärtig eine grosse Zahl höchst eigenthümlicher und wichtiger Thatsachen aus der Reihe der Bewegungsphänomene pflanzlicher Organe, von deren Existenz die Botaniker des vorigen Jahrhunderts keine Ahnung hatten; und Manches von dem, was zur Zeit Linné's zwar bekannt war, aber nicht erklärt werden konnte und deshalb vielleicht als ein „Wunder der Natur“ angestaunt wurde, ist heute, dank den Bemühungen der Physiologen, richtig erkannt, auf bestimmte mechanische (physikalische und chemische) Processe zurückgeführt und dadurch in einer der exacten Naturerforschung entsprechenden Weise erklärt.

Anhang.

Im Folgenden habe ich versucht, eine „Blumenuhr“ zu construiren, auf Grund der mehrjährigen sorgfältigen Beobachtungen von Fritsch und Professor v. Kerner.

Unter Voraussetzung eines heiteren, trockenen Wetters beginnt bei den genannten Pflanzen das Oeffnen (bei den in Klammern stehenden das Schliessen) der Perianthien zu der angegebenen Zeit:

4—6 Uhr Morgens:

Cucurbita Pepo, Papaver Rhoeas, Tragopogon pratense.

5—7 Uhr Morgens:

Ampelopsis hederacea, Anthericum ramosum, Cichorium Intybus, Convolvulus sepium, Erythraea Centaurium, Helianthemum vulgare, Hieracium murorum, Lactuca sativa, Lapsana communis, Solanum tuberosum, Sonchus arvensis.

6—8 Uhr Morgens:

Cichorium Intybus, Convolvulus arvensis, Crepis barbata, Hieracium pilosella, Lactuca perennis, Linum usitatissimum, Tussilago Farfara.

(Lychnis vespertina, Oenothera biennis.)

7—9 Uhr Vormittags:

Anagallis arvensis, Bellis perennis, Calendula officinalis, Campanula Trachelium, Caltha palustris, Cardamine pratensis, Crocus vernus, Galanthus nivalis, Leontodon Taraxacum, Oxalis acetosella.

(Nicotiana affinis.)

8—10 Uhr Vormittags:

(Datura Stramonium.)

9—11 Uhr Vormittags:

Adonis vernalis, Mesembryanthemum crystallinum, Ornithogalum umbellatum, Oxalis stricta, Veronica arvensis, Veronica Chamaedris.

11—1 Uhr Nachmittags:

(Lapsana communis, Sonchus arvensis.)

12—2 Uhr Nachmittags:

(Erythraea Centaurium, Lactuca sativa, Mirabilis Jalappa.)

2—4 Uhr Nachmittags:

(Cucurbita Pepo, Hieracium murorum, Tragopogon pratense.)

3—5 Uhr Nachmittags:

(Anthericum ramosum, Lactuca perennis, Leontodon Taraxacum, Linum usitatissimum, Oxalis stricta, Solanum tuberosum, Tussilago Farfara, Verbascum Thapsus.)

4—6 Uhr Nachmittags:

(Anagallis arvensis, Convolvulus arvensis.)

5—7 Uhr Nachmittags:

Datura Stramonium, Mirabilis Jalappa, Nicotiana affinis, Oenothera biennis.

(Adonis vernalis, Bellis perennis, Calendula officinalis, Cichorium Intybus, Convolvulus sepium, Crepis barbata, Crocus vernus, Galanthus nivalis, Helianthemum vulgare, Mesembryanthemum crystallinum, Ornithogalum umbellatum, Papaver Rhoeas, Veronica arvensis.)

6—8 Uhr Abends:

Lychnis vespertina.

(Ampelopsis hederacea, Campanula Trachelium, Cardamine pratensis, Oxalis acetosella.)

8—10 Uhr Abends:

Ipomaea purpurea.

(Caltha palustris, Veronica Chamaedrys.)

Inhalt.

Vorträge:

Druck von Adolf Holzhausen in Wien,
k. k. Hof- und Universitäts-Buchdrucker.

